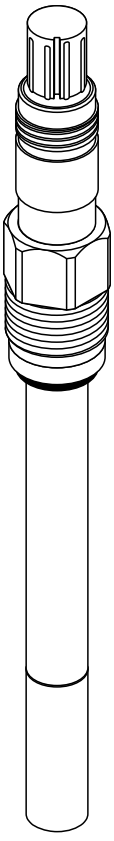
METTLER TOLEDO

InPro®6950 Series O_2 Sensors

Instruction manual
Bedienungsanleitung
Instructions d'utilisation



InPro 6950
52 206 137

English **Page 3**

Deutsch **Seite 38**

Français **Page 73**

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

InPro® 6950 Series O_2 Sensors

Instruction manual

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

InPro 6950
52 206 137

Contents

1 Introduction 5

2 Important notes 6
2.1 Notes on operating instructions 6
2.2 Intended use 6
2.3 Safety instructions 7
2.4 Examples of some typical applications 8
2.5 Use in Ex-zones 8
2.6 Ex-classification ATEX 8
2.6.1 Introduction 8
2.6.2 Rated data 9
2.6.3 Special conditions 10
2.7 Ex-classification FM approved 11

3 Product description 12
3.1 General information 12
3.2 Principle 12
3.3 Scope of delivery 13
3.4 Equipment features 14

4 Installation 15
4.1 Mounting the sensor 15
4.2.1 Connecting the InPro 6950 to a VP cable 15
4.2.2 Connecting the VP cable to the transmitter 16

5 Operation 17
5.1 Start-up and polarizing 17
5.2 Calibration 18
5.2.1 Purpose of calibration 18
5.2.2 What you have to know for calibration 18
5.2.3 Single point calibration 19
5.2.4 Dual point calibration 19

6 Maintenance 20
6.1 Inspection of the sensor 20
6.1.1 Visual inspection 20
6.1.2 Testing the METTLER TOLEDO O_2 sensor master InPro 6950 21
6.1.3 Testing the sensor via a transmitter 22
6.2 Changing the electrolyte, the membrane body or the interior body 23

7 Storage 27

8 Product specification 28
8.1 Certificates 28
8.2 Specifications 29

9 Ordering information 30
9.1 Sensors 30
9.2 Accessories 30
9.3 Spare parts 30
9.4 Recommended transmitters 31
9.5 Recommended housings 31

10 Theory of the polarographic sensor 32
10.1 Introduction 32
10.2 Principle of the design of an oxygen electrode 33
10.3 Parameters determining current 34
10.4 Polarization voltage 35
10.5 Temperature 35
10.6 Dependence on flow 35
10.7 Oxygen partial pressure – oxygen concentration 36

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

1 Introduction

Thank you for buying the **InPro 6950 sensor from METTLER TOLEDO.**

The construction of the InPro 6950 sensors employs leading edge technology and complies with safety regulations currently in force. Notwithstanding this, improper use could lead to hazards for the user or a third-party, and/or adverse effects on the plant or other equipment.

Therefore, the operating instructions must be read and understood by the persons involved before work is started with the sensor.

The instruction manual must always be stored close at hand, in a place accessible to all people working with the InPro 6950.

If you have questions, which are not or insufficiently answered in this instruction manual, please contact your METTLER TOLEDO supplier. They will be glad to assist you.

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

2 Important notes

2.1 Notes on operating instructions

These operating instructions contain all the information needed for safe and proper use of the InPro 6950 sensor.
The operating instructions are intended for personnel entrusted with the operation and maintenance of the sensors. It is assumed that these persons are familiar with the equipment in which the sensor is installed.

Warning notices and symbols
This instruction manual identifies safety instructions and additional information by means of the following symbols:

This symbol draws attention to **safety instructions and warnings of potential danger** which, if neglected, could result in injury to persons and/or damage to property.

This symbol identifies **additional information and instructions** which, if neglected, could lead to defects, inefficient operation and possible loss of production.

2.2 Intended use

METTLER TOLEDO InPro 6950 sensors are intended solely for inline measurement of the oxygen partial pressure in liquids and gases, as described in this instruction manual.
Any use of these sensors which differs from or exceeds the scope of use described in this instruction manual will be regarded as inappropriate and incompatible with the intended purpose.

The manufacturer/supplier accepts no responsibility whatsoever for any damage resulting from such improper use. The risk is borne entirely by the user/operator.

Other prerequisites for appropriate use include:

- compliance with the instructions, notes and requirements set out in this instruction manual.
- acceptance of responsibility for regular inspection, maintenance and functional testing of all associated components, also including compliance with local operational and plant safety regulations.
- compliance with all information and warnings given in the documentation relating to the products used in conjunction with the sensor (housings, transmitters, etc.).
- observance of all safety regulations governing the equipment in which the sensor is installed.

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

- correct equipment operation in conformance with the prescribed environmental and operational conditions, and admissible installation positions.
- consultation with Mettler-Toledo Process Analytics in the event of any uncertainties.

2.3 Safety instructions

- The plant operator must be fully aware of the potential risks and hazards attached to operation of the particular process or plant. The operator is responsible for correct training of the workforce, for signs and markings indicating sources of possible danger, and for the selection of appropriate, state-of-the-art instrumentation.
- It is essential that personnel involved in the commissioning, operation or maintenance of these sensors or of any of the associated equipment (e.g. housings, transmitters, etc.) be properly trained in the process itself, as well as in the use and handling of the associated equipment. This includes having read and understood this instruction manual.
- The safety of personnel as well as of the plant itself is ultimately the responsibility of the plant operator. This applies in particular in the case of plants operating in hazardous zones.
- The oxygen sensors and associated components have no effect on the process itself and cannot influence it in the sense of any form of control system.
- Maintenance and service intervals and schedules depend on the application conditions, composition of the sample media, plant equipment and significance of the safety control features of the measuring system. Processes vary considerably, so that schedules, where such are specified, can only be regarded as tentative and must in any case be individually established and verified by the plant operator.
- Where specific safeguards such as locks, labels, or redundant measuring systems are necessary, these must be provided by the plant operator.
- A defective sensor must neither be installed nor put into service.
- Only maintenance work described in this operating instruction may be performed on the sensors.
- When changing faulty components, use only original spare parts obtainable from your METTLER TOLEDO supplier (see spare parts list, "Section 9.3").

– No modifications to the sensors and the accessories are allowed. The manufacturer accepts no responsibility for damages caused by unauthorised modifications. The risk is borne entirely by the user.

2.4 Examples of some typical applications

Below is a list of examples of typical fields of application for the oxygen sensors. This list is not exhaustive.

Measurement in liquids:

– Brewing
– Beverage filtration
– Filling stations

Measurement in gases:

– CO_2 recovery
– CO_2 purity
– Product storage
– Inert production

2.5 Use in Ex-zones

Attention!
For an installation in Ex-zones please read the guidelines following hereafter:

CE 1258

Ex-classification ATEX:
⟨Ex⟩ Ex ia IIC T6/T5/T4/T3 Ga/Gb
⟨Ex⟩ Ex ia IIIC T69°C/T81°C/T109°C/T161°C Da/Db

Number of the test certificate:
SEV 14 ATEX 0169 X
IECEx SEV 14.0026X

Ex-classification FM approved:
FM APPROVED IS/I, II, III/1/ABCDEFG/T6 Ta = 60 °C
- 53 800 002; Entity

2.6 Ex-classification ATEX

2.6.1 Introduction

According to Directive 94/9/EC (ATEX 95) Appendix I, the O_2 oxygen sensors type InPro 6XXX is a devices of equipment group II, category 1/2G which, according to Directive 99/92/EC (ATEX 137) can be used in zones 0/1 or 1/2 or 1 or 2 as well as gas groups IIA, IIB and IIC, which are potentially explosive due to combustible substances in the temperature T3 to T6.

The requirements specified in EN 60079-14 must be observed during use/installation.

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

According to Directive 94/9/EC (ATEX 95) Appendix I, the O_2 oxygen sensors type InPro 6XXX is a devices of equipment group II, category 1/2D which, according to Directive 99/92/EC (ATEX 137) can be used in zones 20/21 or 21/22 or 21 or 22, which are potentially explosive due to combustible dust.

The requirements specified in EN 60079-14 must be observed during use/installation.

For the analog version of the O_2 oxygen electrode, the O_2 measurement circuit, temperature measurement circuit and data chip circuit are part of the common intrinsically safe system and are jointly connected to and operated by a separately certified transmitter.

The digital version of the O_2 oxygen sensor is connected to and operated by two-wire cable to the certified transmitter.

The intrinsically safe circuits are galvanically isolated from the non-intrinsically safe circuits up to a nominal voltage peak value of 375 V and from the earthed parts up to a nominal voltage peak value of 30 V.

2.6.2 Rated data

Analog O_2 Oxygen sensor
With type of protection: intrinsic safety to Ex ia IIC

O_2 measuring circuit, temperature measuring circuit and data chip circuit
Only for connection to certified intrinsically safe circuits. Maximum values:
$U_i \leq 16$ V, $I_i \leq 190$ mA, $P_i \leq 200$ mW
$L_i = 0$ (effective internal inductance)
$C_i = 900$ pF (effective internal capacitance)

The values above apply, each as the sum of all the individual circuits of the associated intrinsically safe supply and evaluation unit (transmitter).

Digital O_2 Oxygen sensor
With type of protection: intrinsic safety to Ex ia IIC

Two-wire current circuit
Only for connection to certified intrinsically safe circuits. Maximum values:
$U_i \leq 16$ V, $I_i \leq 30$ mA, $P_i \leq 50$ mW
L_i = negligible
C_i = negligible

2.6.3 Special conditions

– The relationship between the maximum permissible ambient or media temperature and temperature class, for category 1G applications, zone 0, is shown in the following table:

Temperature class	Max. ambient or media temperature
T 6	68 °C
T 5	80 °C
T 4	108 °C
T 3	160 °C

– The relationship between the maximum permissible ambient or media temperature and temperature class, for category 1D applications, zone 20, is shown in the following table:

Temperature class	Max. ambient or media temperature
T 69 °C	68 °C
T 81 °C	80 °C
T 109 °C	108 °C
T 161 °C	160 °C

– The capacitance and inductance of the connecting cable has to be considered.

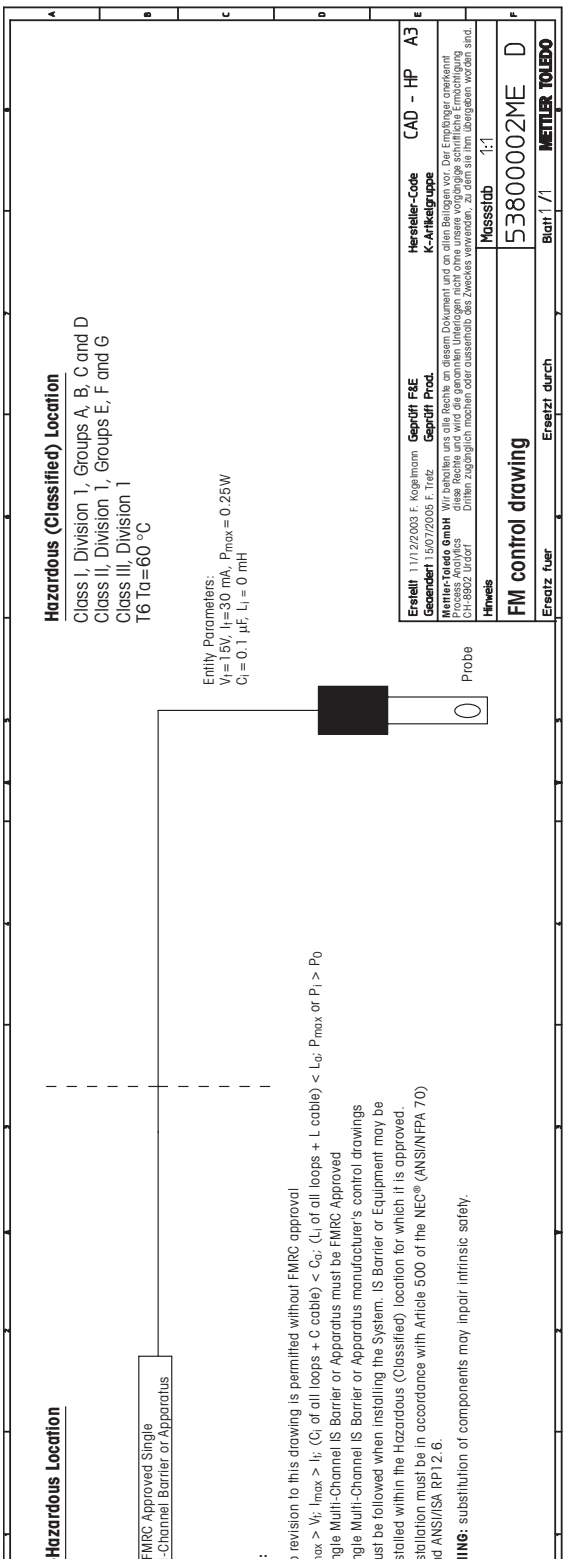
– The O_2 Oxygen sensor type InPro 6XXX can be used in/with the fittings InFit 76*-*** or InTrac 7**-***, or in/with other suitable fittings in potentially explosive areas.

– The metal body of the O_2 Oxygen sensors, or the fittings InFit 76*-*** or InTrac 7**-***, or other appropriate fitting is optionally included in the routine pressure test of the system.

– The independent fitting used for installation of O_2 Oxygen sensor must be conductively connected to the equipotential bonding system.

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

2.7 FM APPROVED Ex-classification FM approved


Non-Hazardous Location
Any FMRC Approved Single
Multi-Channel Barrier or Apparatus
Hazardous (Classified) Location
Class I, Division 1, Groups A, B, C and D
Class II, Division 1, Groups E, F and G
Class III, Division 1
T6 Ta=60 °C
Entity Parameters:
V_I = 15V, I_I=30 mA, P_{max} = 0.25W
C_I = 0.1 µF, L_I = 0 mH
Probe
Notes:
1. No revision to this drawing is permitted without FMRC approval
2. $V_{max} > V_I$; $I_{max} > I_I$; (C_I of all loops + C cable) < C_a; (L_I of all loops + L cable) < L_a; P_{max} or $P_I > P_o$
3. Single Multi-Channel IS Barrier or Apparatus must be FMRC Approved
4. Single Multi-Channel IS Barrier or Apparatus manufacturer's control drawings must be followed when installing the System. IS Barrier or Equipment may be installed within the Hazardous (Classified) location for which it is approved.
5. Installation must be in accordance with Article 500 of the NEC® (ANSI/NFPA 70) and ANSI/ISA RP12.6.
WARNING: substitution of components may inpair intrinsic safety.
Erstellt 11/12/2003 F. Kogelmann
Geaendert 15/07/2005 F. Tretz
Geprüft F&E
Geprüft Prod.
Hersteller-Code
K-Artikelgruppe
CAD - HP
A3
Mettler-Toledo GmbH Process Analytics CH-8902 Urdorf
Wir behalten uns alle Rechte an diesem Dokument und an allen Beilagen vor. Der Empfänger anerkennt diese Rechte und wird die genannten Unterlagen nicht ohne unsere vorgängige schriftliche Ermächtigung Dritten zugänglich machen oder ausserhalb des Zweckes verwenden, zu dem sie ihm übergeben worden sind.
Hinweis
Massstab 1:1
FM control drawing
53800002ME D
Ersatz fuer
Ersetzt durch
Blatt 1/1
METTLER TOLEDO

3 Product description

3.1 General information

The **oxygen sensor InPro 6950** with integrated temperature probe is used for measurement of oxygen at low concentrations.

The sensor is **sterilizable** and **compatible with CIP** (cleaning in place).

InPro 6950 sensors with ISM functionality offer Plug and Measure as well as enhanced diagnostics features.

3.2 Principle

The InPro 6950 is a Clark polarographic O_2 sensor that has been expanded with a separate reference and guard ring electrode. This 4-electrode system is characterized as follows:

a) The measurement system of this InPro 6950 sensor consists of a working electrode (cathode), a counter electrode (anode), a reference electrode and a guard ring electrode. The measurement system is separated from the process medium by an oxygen permeable membrane.

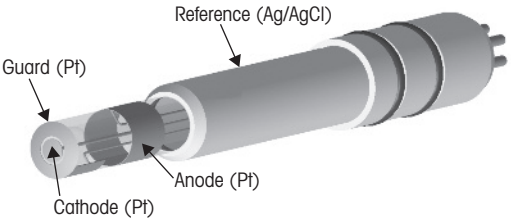
b) The transmitter supplies a constant voltage to the cathode and the guard ring electrode so that oxygen can be reduced on both electrodes.

c) The oxygen molecules migrate from the measurement medium through the membrane to the cathode to which the voltage is supplied and are reduced. At the same time, oxidation takes place at the anode and oxygen and water are released into the electrolyte. This causes a current to flow between the anode and cathode which is directly proportional to the partial pressure of oxygen (pO_2) in the process medium.

d) The guard ring electrode built into the sensor reduces the oxygen that migrates to the side of the cathode and can distort the measurement.
The guard ring electrode therefore enables traces of oxygen to be precisely determined at even the lowest concentrations.

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

The 4-electrode system of the InPro 6950 guarantees a high degree of precision, rapid response and a low detection limit.



4-electrode Measurement Technology

Please refer to "Section 10 – Theory of the polarographic sensor" for further information.

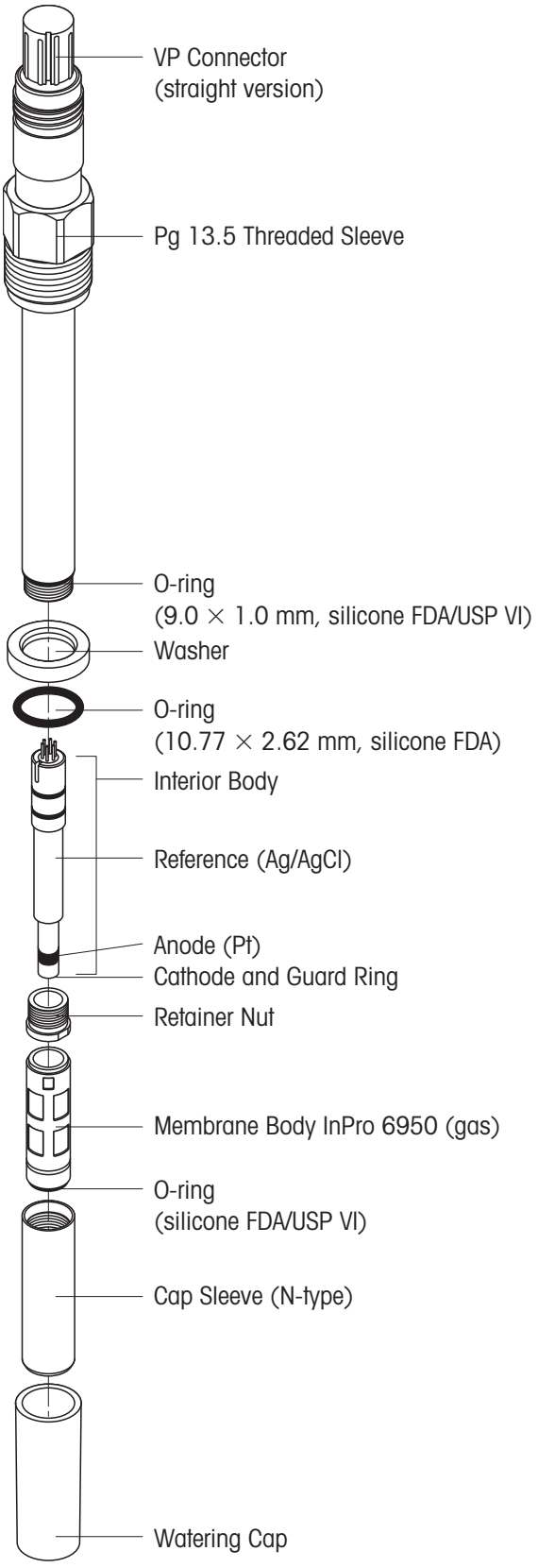
3.3 Scope of delivery

Each InPro 6950 sensor is supplied fully assembled and factory-tested for correct function together with:

- an electrolyte bottle (52 206 111)
- a quality control certificate
- inspection certificates 3.1 (complying with EN 10204)

3.4 Equipment features

12 mm sensor



METTLER TOLEDO DO sensors are supplied with fitted membrane body filled with electrolyte and covered with the watering cap and have been checked for proper function.

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

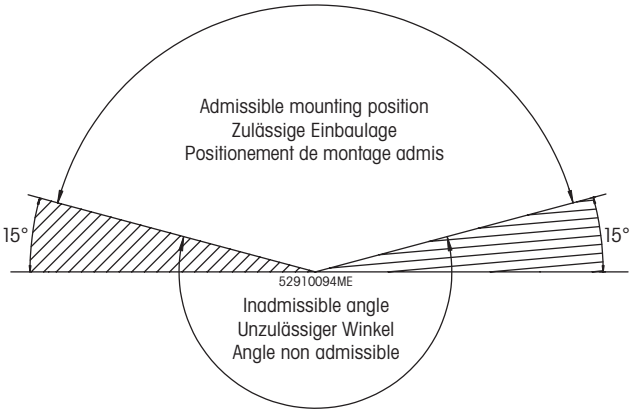
4 Installation

4.1 Mounting the sensor

Important! Remove the watering cap before mounting the sensor.

Mounting the sensor in a housing
Please refer to the instruction manual of your housing explaining on how to mount the sensor in place.

Mounting the sensor directly on a pipe or a vessel
The **12 mm sensors** can be mounted directly through a socket with inside thread Pg 13.5 and securely tightened via the Pg 13.5 threaded sleeve.



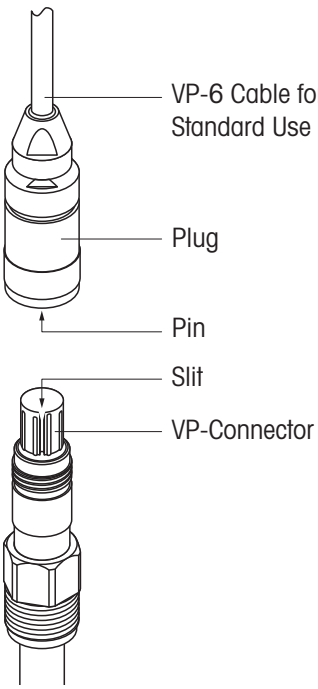
4.2 Connection

4.2.1 Connecting the InPro 6950 to a VP cable

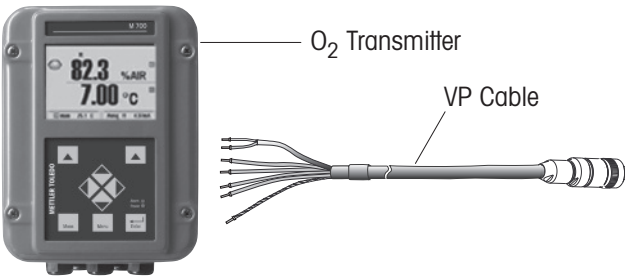
The sensor is connected to the transmitter via a VP cable. The VP cable ensures a secure connection between the transmitter and the sensor under harsh industrial conditions. The robust watertight IP 68 connector housing guarantees maximum process safety.

Do not touch the sensor at the VP connector plug!

To connect the VP cable to the sensor align the slit of the VP connector with the pin in the plug. Then tightly screw the plug to fasten the two parts.



4.2.2 Connecting the VP cable to the transmitter



Note: Cable assignment can be found in the METTLER TOLEDO VP cable instruction manual.

Note: For connecting the cable to the terminals of the transmitter, please refer to the instructions given in the METTLER TOLEDO transmitter manual.

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

5 Operation

Important! Before using the sensors for the first time, the electrolyte should be replaced (see "Chapter 6.2"). Due to possible adverse conditions during transport and storage (e.g. airfreight; pressure and temperature variations), the quality of the electrolyte may become impaired. Poor electrolyte quality can lead to erroneous measurement values.

5.1 Start-up and polarizing

Important! The watering cap must be removed before mounting the sensor in the process.

When the system is operated for the first time or if the sensor has been disconnected from the voltage source (transmitter or O_2 sensor master) for longer than 5 minutes, the sensor has to be polarized prior to calibration by connecting it to the operating O_2 transmitter or to a sensor master. After 6 hours, the sensor is fully polarized and ready for operation. During this time, it is recommended to keep the watering cap filled with conditioning solution on the sensor (see "Section 7 – Storage"), especially if the sensor is being polarized for longer than 6 hours.

A shorter polarization period is sufficient if the sensor has been disconnected for only a few minutes. The following table serves to establish the correct polarization time in relation to the depolarization time.

Depolarization time[1] t_{depol} [Min.]	**Minimum required polarization time[2] [Min.]**
$t_{depol} > 30$	360
$30 > t_{depol} > 15$	$6 \times t_{depol}$
$15 > t_{depol} > 5$	$4 \times t_{depol}$
$t_{depol} < 5$	$2 \times t_{depol}$

1 Depolarization time: Time span in which the polarization voltage is cut off from the sensor. This is the case during:
- change of electrolyte
- change of membrane body
- the time the cable is disconnected or no transmitter or sensor master is connected to the cable.

2 Polarization time: Time span during which the sensor is under a polarization voltage.

Important! Setting of the polarization voltage on the transmitter for correct measurements:
- Standard applications: **–675 mV**

– Measurement of permanently low oxygen concentrations (< 500 ppb in liquids or < 10,000 ppm [vol.] in gases) in the presence of volatile acidic components (e.g. carbon dioxide during measurements in breweries): **– 500 mV**

Note: To ensure the supply of the correct polarization voltage the transmitter must be set accordingly.

5.2 Calibration

5.2.1 Purpose of calibration

Each oxygen sensor has its own individual slope and own individual zero point. Both values are subject to change, for example, through electrolyte consumption or after exchange of electrolyte or membrane body. To ensure high measurement accuracy of the sensor, a calibration must be carried out after each change of electrolyte or membrane. Prior to calibration, the sensor has to be polarized for at least 6 hours.

Please remove the watering cap from the sensor, rinse the sensor with water and dry it for at least 10 minutes before starting calibration.

To check if your sensor needs a recalibration, you may dry it and take it in the air to check that the reading is close to 100 %. If not, then the sensor needs a new calibration.

5.2.2 What you have to know for calibration

Calibration is generally carried out at the polarization voltage at which measurements are taken.

Zero-point calibration is recommended:

– when measuring less than 5 ppb in liquids
– when measuring less than 125 ppm (by vol.) in gases

The automatic calibration routine in the M 700 transmitter (SW700-011 "CO_2 compensation") is not suitable for the InPro 6950 sensor.

General remarks:

– **For calibration in air, the sensor membrane must be dry,** since adhering water drops can falsify the measured oxygen value.
– Make sure that the **oxygen saturation index** of the calibration medium is **correct and remains constant** during calibration.
– In the event of calibration in water or sample medium, the **calibration medium must be in equilibrium with the air.** Oxygen exchange between water and air is only very slow. Therefore it takes quite long time until water is saturated with atmospheric oxygen.

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

– For correct calibration, a minimum flow rate of the calibration medium is necessary.
– Make sure that all other parameters, such as temperature and pressure, are constant.

For continuous applications, we recommend **periodic recalibration in line with your requirements on accuracy, the type of process in operation and your own experience.** The frequency of the need for re-calibration depends very much on the specific application, and therefore appropriate intervals cannot be exactly defined here.

5.2.3 Single point calibration

By carrying out a single point calibration, the factual slope of the sensor can be established. The calibration medium can be water with known oxygen saturation index (e.g. air-saturated water) or air with known water-vapor saturation (e.g. water-vapor saturated air).

After the sensor signal has stabilized, the complete measuring system can then be calibrated to the100 % value of the desired measurable variable, e.g.100 % air, 20.95 % O_2, or 8.26 ppm at 25 °C (77 °F) and normal pressure (see instruction manual for the transmitter).

5.2.4 Dual point calibration

By carrying out a dual point calibration both slope and zero point of the sensor can be established.

Important! In case of a **dual point calibration, always start by the zero point calibration** before calibrating the slope.

As a rule, the zero point should be adjusted to zero manually, or it is automatically performed by the transmitter (see instruction manual for the transmitter).

Zero-point calibration is recommended:
– when measuring less than 5 ppb in liquids
– when measuring less than 125 ppm (by vol.) in gases

Attention! Incorrect zero point calibration is a frequent source of measurement error. For correct calibration, we recommend the use of carbon dioxide gas with a level of purity of at least 99.9995 %.

After the sensor signal has stabilized (after 6 … 12 hours), the sensor can be calibrated through the relevant transmitter to the 100 % value of the desired measurable variable, e.g. 0 % air, 0.0 % O_2, or 0.0 ppm (see instruction manual for the transmitter).

6 Maintenance

6.1 Inspection of the sensor

6.1.1 Visual inspection

To check your sensor, we recommend the following procedure:

- The contacts of the connector must be dry. Moisture, corrosion and dirt in the connector can lead to false readings.
- Check the cable for buckling, brittle areas or ruptures.
- Before calibration always examine the membrane foil optically for signs of damage. The foil must be intact and clean. Dirty membranes should be wiped clean using a soft, moist tissue.

Note: An undulated membrane has no influence on the sensor performance, assuming the membrane is intact.

- The membrane body must be replaced if the sensor has too long a response time, the reading is unstable or subject to drift, and if the sensor cannot be calibrated or the membrane shows sign of mechanical damage.
- Check the cathode area for discoloration, contamination or cracks in the glass. If necessary rinse with demineralized water and clean with a clean soft brush or soft paper tissue.

Attention! Do not use any cleaning agents containing alcohol. This could damage the sensor or lead to fault current.

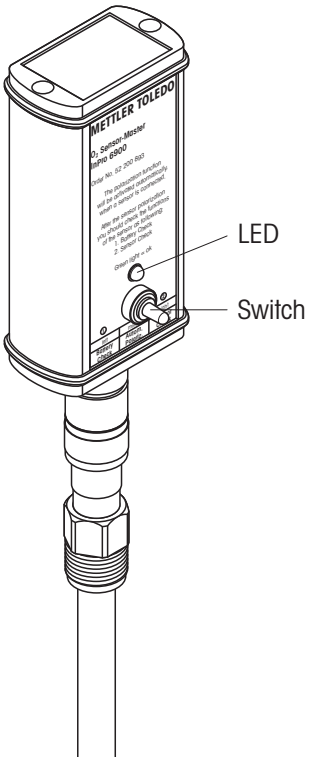
Attention! The glass body is fragile and sensitive to vibration.

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

6.1.2 Testing the METTLER TOLEDO O_2 sensor master InPro 6950

We recommend to use the METTLER TOLEDO O_2 sensor master InPro 6950 to check the quality of your sensor as follows:

- Connect the sensor to the O_2 sensor master.



As soon as the sensor is connected to the O_2 sensor master, the polarization function is automatically activated. Please note: if the sensor was disconnected from the transmitter for longer than 5 minutes, the sensor must be polarized first (polarizing time see "Section 5.1") to get representative test results.

- **Battery Check:**
  Push the switch to the left. If the battery is ok and the O_2 sensor master is operational the green LED lights up. Otherwise, please consult the instruction manual of the O_2 sensor master.

- **Sensor Check:**
  For this test the O_2 sensor must be **fully polarized** and the **membrane of the sensor must be dry and clean.**

  Expose the sensor (connected to O_2 sensor master) to the air. By pushing the switch to the right to the position "2 – Sensor check", the O_2 sensor master checks wether the electrode current for air measurement delivered by the sensor is within the admissible range (2500 to 6000 nA for InPro 6950).

If the green LED lights up the current for air measurement is within the admissible range.

If the LED does not light up, you should check the battery of the O_2 sensor master (see instruction manual "Accessories"). If the battery is working, than there is probably a problem with your sensor. You should change the electrolyte and/or the membrane body of your sensor. If after a membrane change the LED still does not light up, this means that there is maybe something wrong with the interior body of the sensor. You should then change it (see "Section 6.2").

Important! The Sensor Check function only verifies the correctness of the electrode current for air measurement. In order to be absolutely sure of the functionality of the sensor, the residual signal in an oxygen free medium should also be controlled (see "Section 6.1.3").

Important! The InPro 6950 sensor is not compatible with the O_2 sensor master of the InPro 6900 or any other conventional polarization unit.
The 4-electrode system of the InPro 6950 sensor can only be checked and/or polarized directly on the transmitter or with the InPro 6950 O_2 sensor master.

6.1.3 Testing the sensor via a transmitter

A periodic zero current measurement **(no zero point calibration!)** is recommended for verification of proper sensor function.

Note: At the time you carry out the zero current measurement, the sensor must be polarized.

Zero current measurement can be done by using zeroing gel (order no. 34 100 1032) or nitrogen (N_2) or carbon dioxide (CO_2) calibration gases with a purity of at least 99.995 %, alternatively in a sample medium saturated with one of these gases.

After 2 minutes in an oxygen-free sample medium, the reading on the transmitter should drop to below 10 % of the reading in ambient air, and within 10 minutes the value should have dropped to below 1 %.

If the measured values are too high, this suggests a depleted electrolyte or a defective membrane. In the first instance replace the electrolyte, and in the second case exchange both the membrane body and the electrolyte accordingly.

If after such procedures the above mentioned values are still not reached, replace the interior body. If this doesn't solve the problem too send the sensor to your local METTLER TOLEDO representative for inspection.

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

Many sample media contain volatile substances which, even at very low concentrations, have a clearly perceptible smell. Similarly to oxygen, these substances are able to invade the electrolyte through the gas-permeable membrane. Accordingly, they become noticeable when changing the electrolyte. In most cases, such substances have absolutely no influence on the measuring properties of the sensor. Slight discoloration of the electrolyte also has no effect on the measuring properties.

6.2 Changing the electrolyte, the membrane body or the interior body

Note: The InPro 6950 uses a special electrolyte which contains an oxygen scavenger. This electrolyte ensures fast response time and together with the guard ring increases the signal stability of the sensor. The electrolyte must be exchanged on a regular basis or when the sensor has been exposed to the air for more than 24 hours without a watering cap or if the sensor has been stored for several months.

Note: The content of the electrolyte bottle has to be used within 3 months after opening.

If the membrane and/or the interior body exhibits signs of failure (long response time, increased current in an oxygen-free medium, mechanical damage, etc.) the membrane body and/or the interior body has to be replaced.

Warning! The O_2 electrolyte has an alkaline pH value. Contact of electrolyte with mucous membrane or eyes is to be avoided. **Therefore protective gloves and safety glasses have to be worn for the following dismantling works.**
If such contact occurs, the affected area should be well rinsed with water. In the case of accident, or should ever any adverse signs appear, get immediate medical attention.

When changing the electrolyte, the membrane body or the interior body, please observe the following instructions (see also the following illustration):

Attention! Make sure that this maintenance step is carried out in **clean place.**

1. Unscrew the cap sleeve from the sensor shaft and carefully pull it off the sensor.
2. Pull off the membrane body from the interior body. If it is tight-fitted, eject by pushing it with the flat finger tip. Before electrolyte is refilled, the membrane body must be removed from the cap sleeve!

3. Rinse the interior body with demineralized water and carefully dab it dry with a paper tissue.

Note: steps 4 to 7 may only be carried out when changing the interior body.

4. Unscrew the retainer nut of the interior body with an adjustable wrench or with a 3/8" wrench.

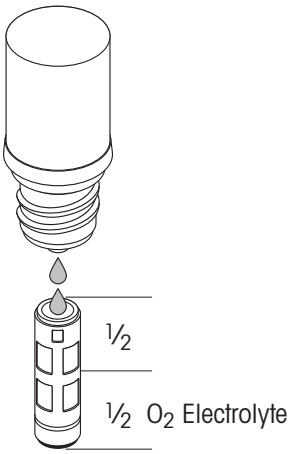
5. Remove the interior body by pulling it out of the sensor shaft. If necessary use a plier.
Warning! Do not twist the interior body. Otherwise the connection pins can be damaged.

6. Insert the new interior body in the sensor shaft. Turn the interior body in the shaft until the slit of the interior body is aligned with the pin placed in the shaft.

7. Press the body in the shaft and screw the new retainer nut in place.

8. Examine the O-rings visually for mechanical defects, and replace if necessary.

9. Half-fill the new membrane body with O_2 electrolyte.
Note: The electrolyte bottle is equipped with a special pouring system. To ensure proper functioning, hold the bottle vertically, upside-down.



Note: make sure that all air bubbles are removed from the membrane body. Air bubbles can be removed by carefully tapping on the membrane body.

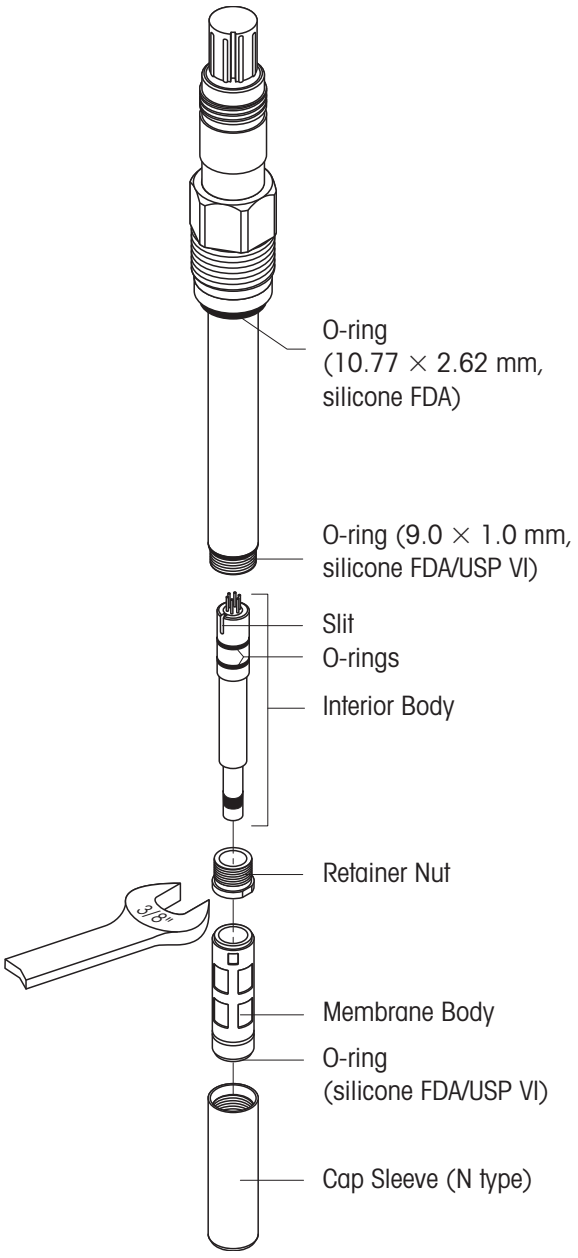
10. Slip the membrane body over the interior body while holding the sensor in a vertical position. The excess electrolyte will be displaced and have to be removed with a paper tissue.
Important! No electrolyte, sample media or contamination may be present between the membrane body and the cap sleeve. Please check carefully!

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

11. Carefully slip the cap sleeve over the fitted membrane body, holding the sensor in a vertical position and screw it tight. The cap sleeve must be clean and dry.

12. After each exchange of electrolyte or membrane body, the sensor has to be repolarized and recalibrated.

Replacement of the interior body



© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

7 Storage

For storage periods longer than 24 hours, we recommend you to use a watering cap filled with the same cleaning and conditioning solution as that used for our portable DO measurement system (order no. 52 200 255). This solution contains an oxygen scavenger which ensures that the electrolyte of the sensor does not come into contact with oxygen when not in use.

Prepare the cleaning and conditioning solution as follows: Dissolve one tablet in 40 ml of deionized water and wait 5 minutes for the tablet to be completely dissolved. Fill the watering cap with this solution and place it over the tip of the sensor. This solution has some cleaning properties which will keep the membrane free of microorganisms. In case you do not have any cleaning and conditioning set, you may also use checking gel or deaerated water in the watering cap. Before mounting the sensor in the process, always remove the watering cap and rinse the tip of the sensor with water.

Attention! The electrolyte should be replaced before use if the storage period exceeds 3 months.

Attention! If the storage period exceeds 6 months, the sensor should be **stored dry,** i.e. without any electrolyte in the membrane body. A sensor being stored dry (without electrolyte in the membrane body) **may on no account be connected to the O_2 sensor master InPro 6950 or any other polarization module.**

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

8 Product specification

8.1 Certificates

Each sensor is delivered with a set of **3.1 certificates** (complying with EN 10204).

All wetted metal parts (sensor shaft, cap sleeve and membrane body) are identified with a engraved symbol corresponding to the heat number on the paper certificate delivered with the sensor.

Each wetted metal part (sensor shaft, cap sleeve and membrane body) is polished in order to get a surface roughness lower than 0.4 µm (16 µin). This represents a roughness grade number of N5 (according to ISO 1320:1992).

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

8.2 Specifications

InPro 6950

Measurement principle Amperometric/Polarographic

Working conditions

Pressure resistance measurement 0.2 … 6 bar absolute
[2.9 … 87.0 psi absolute]
gas applications

0.2 … 9 bar absolute
[2.9 … 130 psi absolute]
liquid applications

Mechanical pressure resistance Max. 12 bar absolute
[174.0 psi absolute]

Measuring temperature range 0 … 70 °C [32 … 158 °F]
gas applications

0 … 80 °C [32 … 176 °F]
liquid applications

Temperature range (mechanical) –5 … 121 °C [23 … 250 °F]
(sterilizable)

Construction

Temperature compensation Automatic with built-in RTD

Cable connection VarioPin (IP 68),
straight or angled

O-ring material Silicone FDA and
USP VI approved

Membrane material PTFE/Silicone

Wetted metal parts (3.1) Stainless steel
Special material on request

Surface roughness of wetted metal parts (ISO 1320:1992) N5 (R_a < 0.4 µm [16 µin])

Quick disconnect interior body Traces

Cathode Pt

Anode	Pt
Guard ring	Yes (Pt)
Reference	Ag/AgCl

Dimensions

Sensor diameter	12 mm [0.47"]	
Immersion length (a) for 12 mm sensor	[2.8, 4.7, 8.66, 12.6"]	70, 120, 220, 320 mm

Performances

Detection limit	0.1 ppb (water) 0.25 ppb (water/CO_2) 5 ppm (vol.) gas	
Accuracy	± [1 % + ± 0.1 ppb] of reading in liquids ± [1 % + ± 0.25 ppb] of reading in CO_2 containing liquids ± [1 % + ± 5 ppm] of reading in gas	
Response time at 25 °C/77 °F (air → N_2)		98 % of final value < 90 s
Sensor signal in ambient air (25 °C/77 °F)		2500 … 6000 nA
Residual signal in oxygen-free medium	of the signal in ambient air	< 0.025 %

Certification

EHEDG, 3A	Yes (pending)
3.1 (EN 10204)	Yes
ATEX Certificate	Yes
FM Approval	Yes
FDA/USP VI	Yes
Quality Control	Yes

Compatibility

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

with METTLER TOLEDO transmitters see "Section 9.4"

with METTLER TOLEDO housings see "Section 9.5"

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

9 Ordering information

For more detailed information refer to the technical data sheet. Ask your local distributor.

9.1 Sensors

Sensor	Order No.
InPro 6950/12/070/VP (2.8")	52 206 097
InPro 6950/12/120/VP (4.7")	52 206 098
InPro 6950/12/220/VP (8.7")	52 206 099
InPro 6950/12/320/VP (12.6")	52 206 100
InPro 6950/12/070/VP90 (2.8")	52 206 101
InPro 6950/12/120/VP90 (4.7")	52 206 102
InPro 6950/12/220/VP90 (8.7")	52 206 103
InPro 6950/12/320/VP (12.6")	52 206 104
InPro 6950/12/060 (2.4") V80	52 206 110

9.2 Accessories

Accessory	Order No.
O_2 sensor master InPro 6950	52 206 113
O_2 sensor simulator	52 200 891
Cap sleeve with protective cage (P type)*	52 200 038
Cap sleeve w/o protective cage (N type)*	52 200 037
VP cable VP6-ST/3 m	52 300 108
VP cable VP6-ST/5 m	52 300 109
VP cable VP6-HT/3 m	52 300 112
VP cable VP6-HT/5 m	52 300 113
VP cable VP8-ST/3 m	52 300 354
VP cable VP8-ST/5 m	52 300 355
VP cable VP8-HT/3 m	52 300 361
VP cable VP8-HT/5 m	52 300 362
Zeroing gel	34 100 1032

* 1.4404

For other cable lengths or types, please contact your local METTLER TOLEDO representative.

9.3 Spare parts

Spare part	Order No.
Membrane body, single, InPro 6950	52 206 105
Membrane kit InPro 6950 (4 membrane bodies, 1 O-ring set, 2×5 ml electrolyte bottle, watering cap)	52 206 106
Membrane body, single, InPro 6950 Gas	52 206 108
Membrane kit InPro 6950 Gas (4 membrane bodies, 1 O-ring set, 2×5 ml electrolyte bottle, watering cap)	52 206 109
Electrolyte bottle InPro 6950 (5 ml)	52 206 111
Interior body InPro 6950 (with quick disconnect)	52 206 112

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

9.4 Recommended transmitters

Transmitter	Order No.
O_2 transmitter M 700, coated C	52 121 171
O_2 transmitter M 700, stainless steel S	52 121 174
O_2 transmitter M 700, coated, Ex VPW	52 121 172
O_2 transmitter M 700, coated, Ex 24V	52 121 173
O_2 transmitter M 700, stainl. steel, Ex VPW	52 121 175
O_2 transmitter M 700, stainl. steel, Ex 24V	52 121 176

9.5 Recommended housings

Housing (12 mm ∅)	Order No.
Static housing	Please ask your local METTLER TOLEDO representative.
InFit 761 CIP	
Retractable housings	
InTrac 777e	
InTrac 797e	
Immersion housing	
InDip 550	

Note: The housings are available in different versions. Please contact your local METTLER TOLEDO sales organization to get the right ordering information.

10 Theory of the polarographic sensor

10.1 Introduction

Two types of electrodes are employed in analytical work: **potentiometric** and **amperometric** electrodes.

– Potentiometric electrodes develop a voltage generated by the activity of a particular ion. Examples of such electrodes are glass electrodes (like pH electrodes) and most ion-selective electrodes. Their individual potentials cannot be determined. The measurable quantity is the difference of potential between the measuring electrode and an inert reference electrode. The potential of the reference electrode must be constant.
All potentiometric electrodes are subject to Nernst's law and for this reason electrodes and measuring instruments are in most cases interchangeable. An important requirement of potentiometric measurements is the virtually currentless determination of the electrode voltage. During measurement no chemical reaction occurs and the solution remains in equilibrium.

– In the case of **amperometric electrodes,** such as the **oxygen electrode,** activity measurement is based on a current measurement.
The conventional oxygen electrode consists of a cathode and an anode conductively connected by an electrolyte. A suitable polarization voltage between the anode and the cathode selectively reduces the oxygen at the cathode.

Cathode reaction:
$O_2 + 2\ H_2O + 4e^- \rightarrow 4\ OH^-$

Anode reaction:
$4\ Ag + 4\ Cl^- \rightarrow 4\ AgCl + 4e^-$

In the case of the InPro 6950 sensor, the measurement system has been expanded by reference and guard ring electrodes. This design modification allows the precise concentration of oxygen to be measured down to trace level. In contrast to conventional sensors, this also changes the electrochemical reaction at the anode..

InPro 6950 anode reaction:
$4\ OH \rightarrow O_2 + 2\ H_2O + 4e^-$

These chemical reactions result in an electric current which is proportional to the oxygen partial pressure (pO_2). The oxygen electrode consumes oxygen which is continuously extracted from the solution. The viscosity and flow rate of the solution are therefore important parameters.
The electrode current of an oxygen electrode is de-

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

termined not only by the oxygen partial pressure but by many other electrode parameters. The electrode currents of different electrode types may differ by several powers of ten. For this reason oxygen electrodes and amplifiers cannot be freely interchanged.

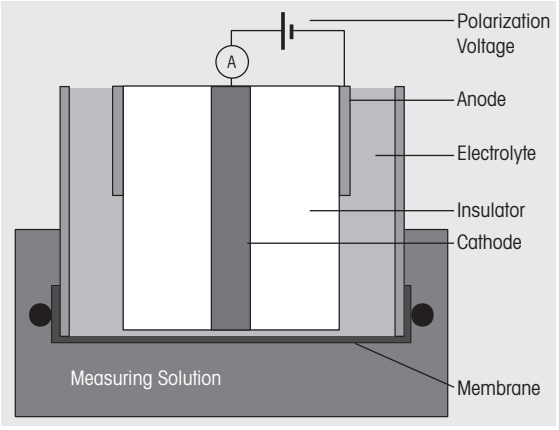
10.2 Principle of the design of an oxygen electrode

There are two main types of oxygen electrodes:

- Electrodes **without** membrane
- Electrodes **with** gas-permeable membrane (Clark Principle)

The membrane electrode according to Clark is today most widely used. As compared to the electrode without membrane it possesses the following advantages:

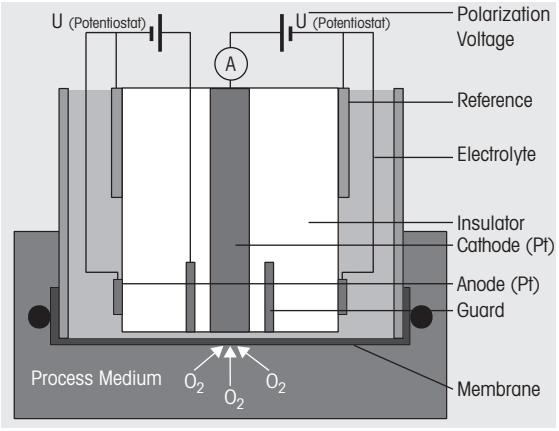
- Oxygen measurement in gases and solutions
- No mutual contamination of electrode and solution
- No or little dependency on flow



In the case of the Clark electrode, geometrical configuration is very important. In particular, the thickness of the electrolyte film between the cathode and the membrane must be within narrow tolerances so as to ensure good linearity and a low zero current (current in a nitrogen atmosphere). The figure above exemplifies the principle of the design of a Clark-type oxygen electrode.

Principle of the design of the InPro 6950

The InPro 6950 sensor is based on the Clark electrode. However it also has a cathode ring (guard ring electrode) and a reference electrode.
The guard ring electrode is connected to a separate polarization voltage and hence consumes the oxygen that is released from the electrolytes to the measurement cathode.
The reference electrode is used as a reference point to adjust the necessary polarization voltage between the cathode and anode and hence creates stable conditions within the sensor during measurement. This guarantees exceptional signal stability in the measurement system down to trace levels of oxygen.



10.3 Parameters determining current

The quantity of oxygen diffused in and the magnitude of the electrode current are influenced by the following parameters:

- Oxygen partial pressure of the solution
- Membrane material and thickness
- Size of cathode
- Polarization voltage
- Temperature
- Flow conditions in the solution

Fick's law gives the mathematical relationship between these parameters:

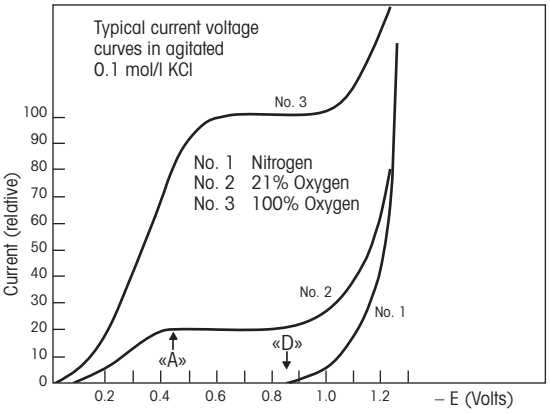
$$I = k \times D \times a \times A \times \frac{pO_2}{x}$$

I = Electrode current
k = Constant
D = Coefficient of diffusion of O_2 in the membrane
a = Solubility of O_2 in the membrane material
A = Cathode surface
pO_2 = Oxygen partial pressure in the solution
X = Thickness of gas-permeable membrane

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

10.4 Polarization voltage

The voltage between the anode and the cathode is so selected that the oxygen is fully (> A, see polarogram) reduced while other gases are unaffected (< D). The ideal voltage for the Pt/Ag/AgCl or Pt/Pt/Ag/AgCl system is between –500 and –750 mV.



The polarization voltage should remain as constant as possible. Besides a constant source of voltage the following prerequisites must be met: The electrical resistance of electrolyte film must not exceed a particular value so as to avoid a voltage drop.

The anode must have a large surface so as to prevent polarization of the anode by the electrode current.

10.5 Temperature

The temperature dependence of the current passing through an oxygen electrode when referred to a constant O_2 partial pressure is determined mainly by the properties of the gas-permeable membrane.

10.6 Dependence on flow

With most oxygen electrodes the electrode current is smaller in stagnant solutions than in agitated ones. The consumption of oxygen by the electrode results in extraction of oxygen from the solution in the close vicinity of the cathode outside the membrane. The oxygen is replaced by diffusion. If the electrode current is strong, the solution cannot fully restore the oxygen by diffusion. This results in an electrode current weaker than would correspond to conditions in the solution. In agitated solutions the oxygen is conveyed to the surface of the membrane not only by diffusion but additionally by the flow (convection). In that case no oxygen impoverishment occurs at the membrane surface.

A high degree of flow dependence occurs mainly with large cathodes, thin and highly permeable membranes, i.e. where electrode currents are large.

The problem of flow dependence is often solved by

O_2-Sensoren der InPro® 6950 Serie

Bedienungsanleitung

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

Inhalt

1 Einleitung 40

2 Wichtige Hinweise 41
2.1 Hinweise zur Bedienungsanleitung 41
2.2 Bestimmungsgemässe Verwendung 41
2.3 Sicherheitshinweise 42
2.4 Einige typische Applikationsbeispiele 43
2.5 Einsatz im Ex-Bereich 43
2.6 Ex-Klassifikation ATEX 43
2.6.1 Einleitung 43
2.6.2 Nenndaten 44
2.6.3 Besondere Bedingungen 45
2.7 Ex-Klassifikation FM Approved 46

3 Produktbeschreibung 47
3.1 Allgemein 47
3.2 Funktionsprinzip 47
3.3 Lieferumfang 48
3.4 Produktübersicht 49

4 Installation 50
4.1 Einbau des Sensors 50
4.2 Sensor anschliessen 50
4.2.1 VP-Kabel an den InPro 6950 anschliessen 50
4.2.2 Anschluss des VP-Kabels am Transmitter 51

5 Betrieb 52
5.1 Inbetriebnahme und Polarisation 52
5.2 Kalibrierung 53
5.2.1 Zweck der Kalibrierung 53
5.2.2 Was müssen Sie bei der Kalibrierung beachten 53
5.2.3 Einpunktkalibrierung 54
5.2.4 Zweipunktkalibrierung 54

6 Wartung 55
6.1 Kontrolle des Sensors 55
6.1.1 Visuelle Kontrolle 55
6.1.2 Kontrolle des Sensors mit dem METTLER TOLEDO O_2 Sensor-Master InPro 6950 56
6.1.3 Kontrolle des Sensors mit dem Transmitter 57
6.2 Ersetzen des Elektrolyten, des Membrankörpers oder des Innenkörpers 58

7 Lagerung 62

8 Produktspezifikationen 63
8.1 Zertifikate 63
8.2 Technische Daten 64

9 Bestellinformationen 65
9.1 Sensoren 65
9.2 Zubehör 65
9.3 Ersatzteile 65
9.4 Empfohlene Transmitter 66
9.5 Empfohlene Armaturen 66

10 Theorie der polarographischen Sensoren 67
10.1 Einführung 67
10.2 Prinzipieller Aufbau von Sauerstoffelektroden 68
10.3 Einflussgrössen auf den Elektrodenstrom 69
10.4 Polarisationsspannung 70
10.5 Temperatur 70
10.6 Strömungsabhängigkeit 70
10.7 Sauerstoffpartialdruck – Sauerstoffkonzentration 71

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

1 Einleitung

Wir danken Ihnen, dass Sie einen **InPro 6950 Sensor von METTLER TOLEDO erworben haben.**

Die Sensoren InPro 6950 sind nach dem heutigen Stand der Technik und den zur Zeit anerkannten sicherheitstechnischen Regeln gebaut. Dennoch können bei unsachgemässer Anwendung Gefahren für den Anwender oder Dritte und/oder Beeinträchtigungen der Anlage und anderer Sachwerte entstehen.

⚠ **Die vorliegende Bedienungsanleitung muss deshalb vor Beginn von Arbeiten an den Sensoren von den betreffenden Personen gelesen und verstanden werden.**

Bitte bewahren Sie die Bedienungsanleitung an einem sicheren Ort auf, wo sie für jeden Anwender jederzeit zur Hand ist.

Wenn Sie Fragen haben, die in dieser Bedienungsanleitung nicht oder nicht ausreichend beantwortet werden, nehmen Sie bitte mit Ihrem METTLER TOLEDO Vertreter Kontakt auf. Man wird Ihnen gerne weiterhelfen.

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

2 Wichtige Hinweise

2.1 Hinweise zur Bedienungsanleitung

Die vorliegende Bedienungsanleitung enthält alle Angaben, um den Sensor InPro 6950 sicher, sachgerecht und bestimmungsgemäss einzusetzen.
Die Bedienungsanleitung richtet sich an das mit der Bedienung und der Instandhaltung der Sensoren betraute Personal. Es wird vorausgesetzt, dass diese Personen Kenntnisse der Anlage besitzen, in der die Sensoren eingebaut sind.

Warnhinweise und Symbole
In dieser Bedienungsanleitung werden Sicherheitshinweise und Zusatzinformationen mit folgenden Piktogrammen gekennzeichnet:

Dieses Piktogramm kennzeichnet **Sicherheits- und Gefahrenhinweise,** deren Missachtung zu Personen und/oder Sachschäden führen kann.

Dieses Piktogramm kennzeichnet **Zusatzinformationen und Anweisungen,** deren Missachtung zu Defekten, ineffizientem Betrieb oder zum Ausfall der Produktion führen kann.

2.2 Bestimmungsgemässe Verwendung

METTLER TOLEDO InPro 6950 Sensoren dienen zur Inline-Messung des Sauerstoffpartialdrucks in Flüssigkeiten und Gasen gemäss den Angaben in dieser Bedienungsanleitung.
Eine andere oder darüber hinausgehende Benutzung, als in dieser Bedienungsanleitung beschrieben gilt als nicht bestimmungsgemäss.

Für hieraus resultierende Schäden haftet der Hersteller/Lieferant nicht. Das Risiko trägt allein der Anwender.

Zur bestimmungsgemässen Verwendung gehören des Weiteren:

- Die Beachtung der Anweisungen, Vorschriften und Hinweise in der vorliegenden Bedienungsanleitung.
- Die regelmässige Inspektion, Wartung und Funktionsprüfung der eingesetzten Komponenten liegt in der Verantwortung des Anwenders. Die Beachtung der lokalen Vorschriften zur Arbeits- und Anlagensicherheit sind dabei einzuhalten.
- Die Einhaltung aller Hinweise und Warnvermerke in den Publikationen zu den Produkten, die zusammen mit dem Sensor verwendet werden (Armaturen, Transmitter etc.).
- Die Einhaltung aller Sicherheitsvorschriften der Anlage, in die der Sensor eingebaut wird.

– Der korrekte Betrieb unter Beachtung der vorgeschriebenen Umwelt- und Betriebsbedingungen und der zulässigen Einbaulagen.
– Bei Unklarheiten soll unbedingt Rücksprache mit Mettler-Toledo Process Analytics genommen werden.

2.3 Sicherheitshinweise

– Der Anlagenbetreiber muss sich über eventuelle Risiken und Gefahren seines Prozesses bzw. Anlage bewusst sein. Der Anlagenbetreiber ist verantwortlich für die Ausbildung des Betriebspersonals, für die Kennzeichnung möglicher Gefahren und für die Auswahl geeigneter Instrumentierung anhand des Stands der Technik.

– Betriebspersonal, welches an der Inbetriebsetzung, Bedienung oder Wartung dieses Sensors oder eines seiner Zusatzprodukte (Armaturen, Transmitter etc.) beteiligt ist, muss zwingend in den Produktionsprozess und die Produkte eingewiesen sein. Dazu gehört auch das Lesen und Verstehen dieser Betriebsanleitung.

– Die Sicherheit von Betriebspersonal und Anlagen liegt schlussendlich in der Verantwortung des Anlagenbetreibers. Dies gilt insbesondere für Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen.

– Der eingesetzte Sauerstoffsensor und zugehörige Komponenten haben keinen Einfluss auf den Prozess und können diesen nicht im Sinne einer Regelung oder Steuerung beeinflussen.

– Wartungs- und Serviceintervalle hängen von den Einsatzbedingungen, der umgebenen Substanzen, der Anlage und der Sicherheitsrelevanz des Messsystems ab. Kundenprozesse variieren stark, so dass Angaben, soweit diese vorgegeben sind, nur als Richtwerte dienen und in jedem Fall durch den Anlagenbetreiber verifiziert werden müssen.

– Werden bestimmte Schutzmassnahmen wie Schlösser, Beschriftungen oder redundante Messsysteme gefordert, müssen diese vom Anlagenbetreiber vorgesehen werden.

– Ein defekter Sensor darf weder montiert noch in Betrieb genommen werden.

– Am Sensor dürfen nur Wartungsarbeiten durchgeführt werden, die in dieser Bedienungsanleitung beschrieben sind.

– Verwenden Sie für den Austausch von defekten Komponenten ausschliesslich METTLER TOLEDO Originalersatzteile (siehe «Kapitel 9.3, Ersatzteile»).

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

– An den Sensoren und den Zubehörteilen dürfen keine Änderungen vorgenommen werden. Für Schäden aufgrund von unerlaubten Änderungen haftet der Hersteller/Lieferant nicht. Das Risiko trägt allein der Anwender.

2.4 Einige typische Applikationsbeispiele

Die folgende Aufzählung zeigt einige typische, nicht abschliessende, Applikationsbeispiele für den Einsatz des Sauerstoffsensors.

Messung in Flüssigkeiten:

– Brauereien
– Getränkefiltration
– Getränkeabfüllung

Messung in Gasen:

– CO_2-Rückgewinnung
– CO_2-Reinheit
– Produktschutz bei Lagerung
– sauerstofffreie Produktion

2.5 Einsatz im Ex-Bereich

Vorsicht!
Für eine Installation im Ex-Bereich beachten Sie bitte die nachfolgenden Richtlinien:

CE 1258

Ex-Klassifikation ATEX:
⟨Ex⟩ Ex ia IIC T6/T5/T4/T3 Ga/Gb
⟨Ex⟩ Ex ia IIIC T69°C/T81°C/T109°C/T161°C Da/Db

Nummer des Testzertifikats:
SEV 14 ATEX 0169 X
IECEx SEV 14.0026X

Ex-Klassifikation FM geprüft:
FM GEPRÜFT IS/I, II, III/1/ABCDEFG/T6 Ta = 60 °C
- 53 800 002; Entity

2.6 Ex-Klassifikation ATEX

2.6.1 Einleitung

Gemäß Anhang I der Richtlinie 94/9/EG (ATEX 95) handelt es sich beim Sauerstoffsensor des Typs InPro 6XXX um ein Gerät der Gruppe II, Kategorie 1/2G, das, in Übereinstimmung mit Richtlinie 99/92/EG (ATEX 137) in den Zonen 0/1 oder1/2 bzw. 1 oder 2 sowie in den Gasgruppen IIA, IIB und IIC eingesetzt werden kann, die potenziell explosiv sind aufgrund von brennbaren Stoffen in den Temperaturklassen T3 bis T6.

Die Anforderungen aus EN 60079-14 müssen beim Einsatz/bei der Installation beachtet werden.

Gemäß Anhang I der Richtlinie 94/9/EG (ATEX 95) handelt es sich beim Sauerstoffsensor des Typs InPro 6XXX um ein Gerät der Gruppe II, Kategorie 1/2D, das, in Übereinstimmung mit Richtlinie 99/92/EG (ATEX 137) in den Zonen 20/21 bzw. 21/22 bzw. 21 oder 22 eingesetzt werden kann, die potenziell explosiv sind aufgrund von brennbarem Staub.

Die Anforderungen aus EN 60079-14 müssen beim Einsatz/bei der Installation beachtet werden.

Bei der analogen Sauerstoffelektrode sind der Sauerstoffmesskreis, der Messkreis für die Temperaturmessung und der Datenchipkreis Teil eines gemeinsamen eigensicheren Systems und werden gemeinsam an einen gesondert bescheinigten Transmitter angeschlossen und betrieben.

Der digitale Sauerstoffsensor wird über ein zweiadriges Kabel an den gesondert bescheinigten Transmitter angeschlossen und betrieben.

Die eigensicheren Kreise sind von den nicht eigensicheren Kreisen bis zu einem Spitzensollwert der Spannung von 375 V und von den geerdeten Teilen bis zu einem Spitzensollwert der Spannung von 30 V galvanisch isoliert.

2.6.2 Nenndaten

Analoger Sauerstoffsensor
Schutzart: eigensicher bis Ex ia IIC

Sauerstoffmesskreis, Messkreis für die Temperaturmessung und Datenchipkreis
Nur für den Anschluss an bescheinigte eigensichere Kreise. Höchstwerte:
$U_i \leq 16$ V, $I_i \leq 190$ mA, $P_i \leq 200$ mW
$L_i = 0$ (wirksame innere Induktivität)
$C_i = 900$ pF (wirksame innere Induktivität)

Obige Werte beziehen sich jeweils auf die Summe aller individuellen Kreise in der entsprechenden eigensicheren Stromversorgung und im Auswertegerät (Transmitter).

Digitaler Sauerstoffsensor
Schutzart: eigensicher bis Ex ia IIC

Zweiadriger Stromkreis
Nur für den Anschluss an bescheinigte eigensichere Kreise. Höchstwerte:
$U_i \leq 16$ V, $I_i \leq 30$ mA, $P_i \leq 50$ mW
L_i = vernachlässigbar
C_i = vernachlässigbar

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

2.6.3 Besondere Bedingungen

– Folgende Tabelle enthält das Verhältnis zwischen der maximal zulässigen Umgebungs- bzw. Mediumstemperatur und der Temperaturklasse für Geräte der Kategorie 1G, Zone 0:

Temperaturklasse	Maximale Umgebungs- bzw. Mediumstemperatur
T 6	68 °C
T 5	80 °C
T 4	108 °C
T 3	160 °C

– Folgende Tabelle enthält das Verhältnis zwischen der maximal zulässigen Umgebungs- bzw. Mediumstemperatur und der Temperaturklasse für Geräte der Kategorie 1D, Zone 20:

Temperaturklasse	Maximale Umgebungs- bzw. Mediumstemperatur
T 69 °C	68 °C
T 81 °C	80 °C
T 109 °C	108 °C
T 161 °C	160 °C

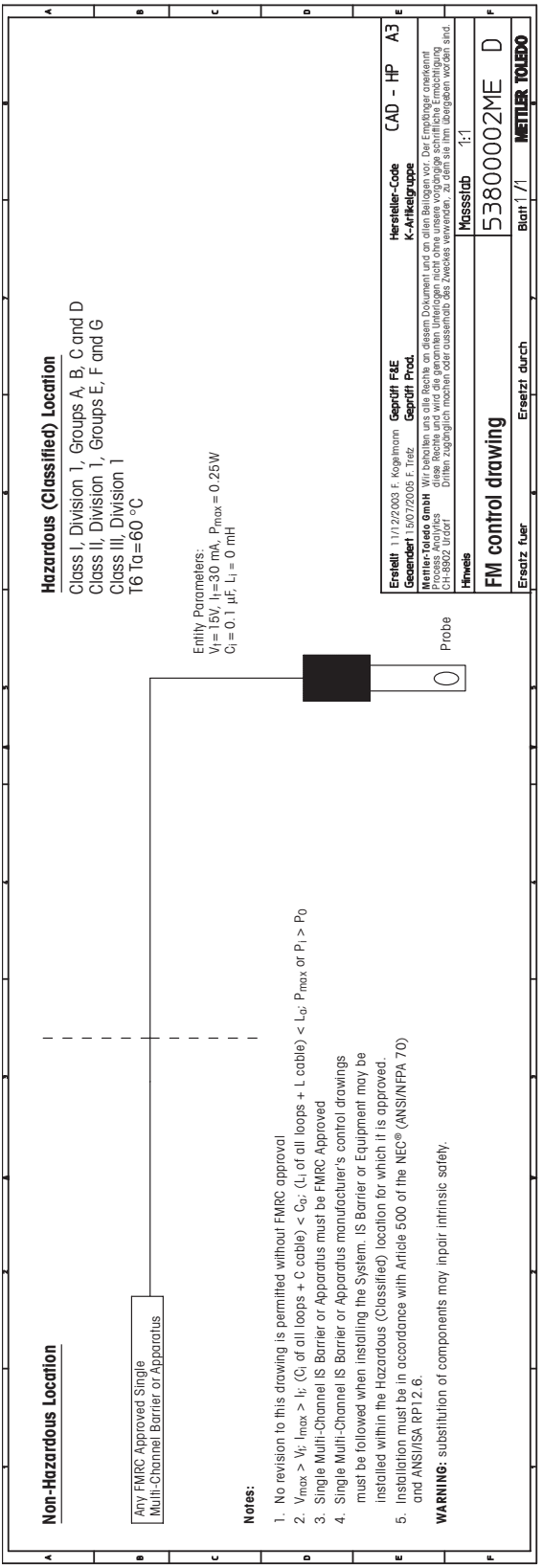
– Die Kapazität und die Induktivität des Verbindungskabels sind zu beachten.

– Der Sauerstoffsensor des Typs InPro 6XXX kann in/mit den Armaturen InFit 76*-*** oder InTrac 7**-*** oder in/mit anderen geeigneten Armaturen in potenziell explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden.

– Das Metallgehäuse des Sauerstoffsensors oder der Armaturen InFit76*-*** oder InTrac7**-*** oder anderer geeigneter Armaturen wird optional in die Routinedruckprüfung des Systems eingebunden.

– Die unabhängige Armatur für die Installation des Sauerstoffsensors muss leitend mit dem Potenzialausgleichssystem verbunden werden.

2.7 FM GEPRÜFT Ex-Klassifikation FM Approved


Non-Hazardous Location
Any FMRC Approved Single
Multi-Channel Barrier or Apparatus
Hazardous (Classified) Location
Class I, Division 1, Groups A, B, C and D
Class II, Division 1, Groups E, F and G
Class III, Division 1
T6 Ta=60 °C
Entity Parameters:
V_i= 15V, I_i=30 mA, P_{max} = 0.25W
C_i = 0.1 µF; L_i = 0 mH
Probe
Notes:
1. No revision to this drawing is permitted without FMRC approval
2. $V_{max} > V_i$; $I_{max} > I_i$; (C_i of all loops + C cable) < C_o; (L_i of all loops + L cable) < L_o; P_{max} or $P_i > P_o$
3. Single Multi-Channel IS Barrier or Apparatus must be FMRC Approved
4. Single Multi-Channel IS Barrier or Apparatus manufacturer's control drawings must be followed when installing the System. IS Barrier or Equipment may be installed within the Hazardous (Classified) location for which it is approved.
5. Installation must be in accordance with Article 500 of the NEC® (ANSI/NFPA 70) and ANSI/ISA RP12.6.
WARNING: substitution of components may inpair intrinsic safety.
Erstellt 11/12/2003 F. Kogelmann
Geaendert 15/07/2005 F. Tretz
Gepruft F&E
Gepruft Prod.
Hersteller-Code CAD - HP A3
K-Artikelgruppe
Mettler-Toledo GmbH Process Analytics CH-8902 Urdorf
Wir behalten uns alle Rechte an diesem Dokument und an allen Beilagen vor. Der Empfänger anerkennt diese Rechte und wird die genannten Unterlagen nicht ohne unsere vorgängige schriftliche Ermächtigung Dritten zugänglich machen oder ausserhalb des Zweckes verwenden, zu dem sie ihm übergeben worden sind.
Hinweis
Massstab 1:1
FM control drawing
53800002ME D
Ersatz fuer
Ersetzt durch
Blatt 1 /1
METTLER TOLEDO

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

3 Produktbeschreibung

3.1 Allgemein

Der **O_2 Sensor InPro 6950** mit integriertem Temperaturfühler dient zur Bestimmung von Sauerstoff bei niedrigen Konzentrationen.

Er kann **sterilisiert** werden und ist **kompatibel mit CIP-Systemen** (Cleaning In Place = Reinigung im eingebauten Zustand).

InPro 6950 Sensoren mit ISM-Funktionalität ermöglichen «Plug and Measure» und erweiterte Diagnose.

3.2 Funktionsprinzip

Der InPro 6950 ist ein polarographischer O_2-Sensor, dessen Messsystem auf der Messanordnung nach Clark basiert und das durch eine separate Referenz und Schutzringelektrode erweitert wurde. Dieses sogenannte 4-Elektroden-System kann wie folgt charakterisiert werden:

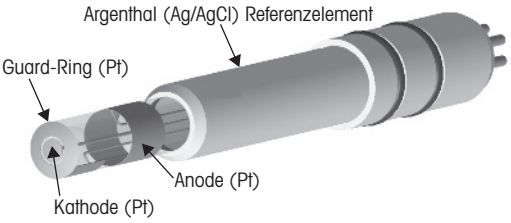
a) Das Messsystem des InPro 6950 Sensors besteht aus Arbeitselektrode (Kathode), Gegenelektrode (Anode), Referenzelektrode und Schutzringelektrode. Das Messsystem ist durch eine sauerstoffdurchlässige Membran vom Prozessmedium getrennt.

b) Über den Transmitter wird eine konstante Spannung an die Kathode und Schutzringelektrode angelegt, damit an beiden Elektroden Sauerstoff reduziert werden kann.

c) Die Sauerstoffmoleküle diffundieren vom Messmedium durch die Membran zur mit Spannung beaufschlagten Kathode und werden reduziert. Gleichzeitig findet an der Anode eine Oxidation statt, bei der Sauerstoff und Wasser in den Elektrolyt abgegeben wird. Dadurch fliesst zwischen Anode und Kathode ein Strom, der direkt proportional zum Sauerstoffpartialdruck (pO_2) im Prozessmedium ist.

d) Die im Sensor eingebaute Schutzringelektrode reduziert den Sauerstoff, welcher seitlich zur Kathode diffundiert und die Messung verfälschen kann. Die Schutzringelektrode ermöglicht es daher, Sauerstoffspuren auch in tiefsten Konzentrationen genau zu bestimmen.

Das 4-Elektroden-System des InPro 6950 Sensors garantiert hohe Genauigkeit, schnelles Ansprechen und eine tiefe Nachweisgrenze.



4-Elektroden Messtechnologie

Hinweis: Weitergehende Informationen zur polarographischen O_2-Messung findet sich in Kapitel 10 – «Theorie zu den polarographischen Sensoren».

3.3 Lieferumfang

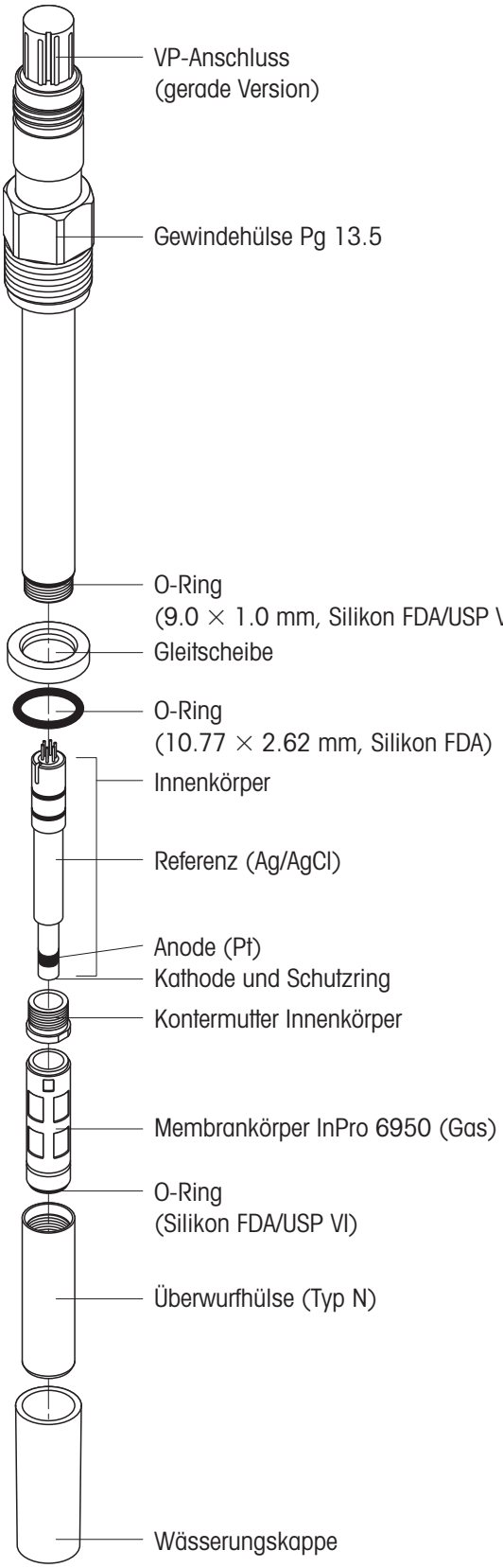
Jeder InPro 6950-Sensor wird komplett zusammengebaut und geprüft ausgeliefert mit:

- einer Flasche Elektrolyt (52 206 111)
- einem Qualitäts-Kontrollzertifikat
- Materialzertifikaten 3.1 (entsprechend EN 10204)

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

3.4 Produktübersicht

Sensor 12 mm



METTLER TOLEDO O_2-Sensoren werden mit montiertem Membrankörper gefüllt mit Elektrolyt und aufgesteckter Wässerungskappe ausgeliefert und sind auf einwandfreie Funktionsweise geprüft.

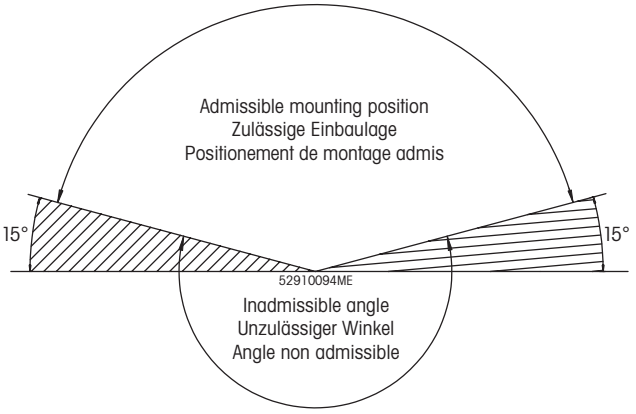
4 Installation

4.1 Einbau des Sensors

Wichtig! Vor dem Einbau des Sensors muss die Wässerungskappe entfernt werden.

Einbau des Sensors in eine Armatur
Für den Einbau des Sensors in eine Armatur beachten Sie bitte die Angaben in der entsprechenden Anleitung zur Armatur.

Direkter Einbau der Sensoren in ein Rohr / einen Kessel
Die **12 mm Sauerstoffsensoren** können direkt in einen Gewindestutzen Pg 13.5 eingeschraubt und mit der Gewindehülse festgezogen werden.



4.2 Sensor anschliessen

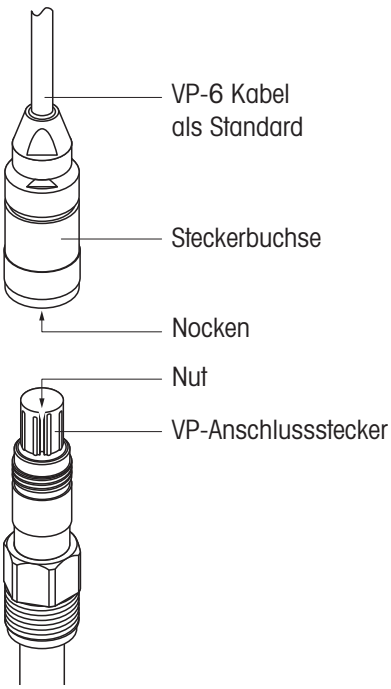
4.2.1 VP-Kabel an den InPro 6950 anschliessen

Der Sensor wird über ein VP-Kabel an den Transmitter angeschlossen. Das VP-Kabel garantiert eine sichere Verbindung zwischen Sensor und Transmitter, auch unter harten industriellen Bedingungen. Der robuste, wasserdichte Stecker entspricht der Schutzklasse IP 68 und garantiert maximale Prozesssicherheit.

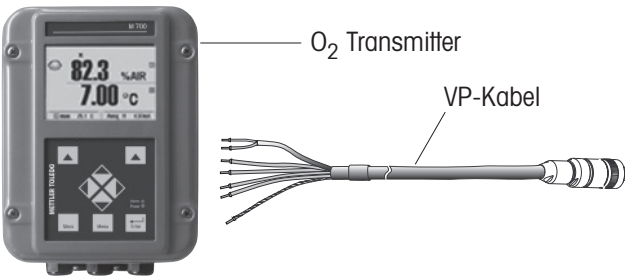
Berühren Sie den Sensor nicht am VP-Anschlussstecker!

Um das VP-Kabel am Sensor anzuschliessen, richten Sie die Nut am VP-Stecker mit dem Nocken in der Steckerbuchse aus. Schieben Sie anschliessend die Buchse auf den Stecker und schrauben Sie sie fest.

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland



4.2.2 Anschluss des VP-Kabels am Transmitter



Hinweis: Die richtige Kabelbelegung finden Sie in der Anleitung zum METTLER TOLEDO VP-Kabel.

Hinweis: Um das VP-Kabel mit dem Transmitter zu verbinden, beachten Sie die Anweisungen in der METTLER TOLEDO Transmitter Bedienungsanleitung.

5 Betrieb

Wichtig! Vor der ersten Inbetriebnahme sollte der Elektrolyt gewechselt werden (siehe «Kapitel 6.2»). Durch erschwerte Transport und Lagerbedingungen (z.B. im Flugzeug, Druck- und Temperaturschwankungen) kann es zu einer verminderten Elektrolytqualität kommen. Schlechte Elektrolytqualität kann zu Messabweichungen führen.

5.1 Inbetriebnahme und Polarisation

Wichtig! Vor dem Einbau/der Inbetriebnahme des Sensors muss die Wässerungskappe entfernt werden.

Bei der ersten Inbetriebnahme oder nach einer Trennung des Sensors von der Spannungsquelle (Transmitter oder O_2 Sensor-Master) von mehr als 5 Minuten, muss der Sensor vor der Kalibrierung zur Polarisation an den eingeschalteten O_2-Transmitter oder an den O_2 Sensor-Master angeschlossen werden. Nach sechs Stunden ist der Sensor polarisiert und betriebsbereit. Während der Polarisationszeit empfehlen wir, die mit Reinigungs- und Konditionierlösung gefüllte Wässerungskappe auf dem Sensor aufgesteckt zu lassen (siehe «Kapitel 7 – Lagerung»), speziell dann, wenn der Sensor mehr als 6 Stunden polarisiert wird.

Falls der Sensor nur für wenige Minuten von der Spannungsquelle getrennt wurde, ist eine kürzere Polarisationszeit ausreichend. Folgende Tabelle dient zur Ermittlung der korrekten Polarisationszeit in Abhängigkeit von der Depolarisationszeit.

Depolarisationszeit[1] t_{depol} [Min.]	**Minimal notwendige Polarisationszeit[2] [Min.]**
$t_{depol} > 30$	360
$30 > t_{depol} > 15$	$6 \times t_{depol}$
$15 > t_{depol} > 5$	$4 \times t_{depol}$
$t_{depol} < 5$	$2 \times t_{depol}$

1 Depolarisationszeit: Zeitspanne, während der die Polarisationsspannung nicht anliegt. Dies ist der Fall während:
- eines Elektrolytwechsels
- eines Membrankörperwechsels
- wenn das Kabel abgekoppelt ist oder kein Transmitter oder Polarisationsmodul am Kabel angeschlossen ist.

2 Polarisationszeit: Zeitspanne, während der der Sensor mit einer Polarisationsspannung beaufschlagt ist.

Wichtig: Die Einstellung der Polarisationsspannung am Transmitter für korrekte Messungen:

- Standardapplikationen: **–675 mV**

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

– Messungen von permanent niedrigen Sauerstoffkonzentrationen (< 500 ppb in Flüssigkeiten oder < 10'000 ppm [Vol.] in Gasen) in Gegenwart von sauren, flüchtigen Komponenten (z.B. Kohlendioxid bei Messung in Brauerei): **– 500 mV**

Hinweis: Der Transmitter ist so einzustellen, dass er die korrekte Polarisationsspannung liefert.

5.2 Kalibrierung

5.2.1 Zweck der Kalibrierung

Jeder Sauerstoffsensor hat eine individuelle Steilheit und einen individuellen Nullpunkt. Beide Werte ändern sich z.B. durch Elektrolytverbrauch oder nach Austausch des Elektrolyten oder des Membrankörpers. Um eine hohe Messgenauigkeit des Sensors zu erzielen, muss deshalb nach einem Elektrolyt- oder Membranwechsel eine Kalibrierung durchgeführt werden. Vor der Kalibrierung muss der Sensor mindestens 6 Stunden polarisiert werden.

Vor der Kalibrierung ist die Wässerungskappe zu entfernen und der Sensor mit Wasser zu spülen und zu trocknen. Lassen Sie den Sensor anschliessend mindestens 10 Minuten an der Luft.

Um zu prüfen, ob der Sensor kalibriert werden muss, trocknen Sie den Sensor ab und halten Sie ihn in die Luft. Der Transmitter sollte jetzt einen Wert von nahezu 100 % anzeigen. Ist dies nicht der Fall, muss der Sensor nachkalibriert werden.

5.2.2 Was müssen Sie bei der Kalibrierung beachten

Die Kalibrierung wird generell bei der Polarisationsspannung durchgeführt, bei der auch gemessen wird.

Eine Nullpunktkalibrierung wird empfohlen:

– wenn in Flüssigkeit unter 5 ppb gemessen wird
– wenn in Gasen unter 125 ppm (Vol.) gemessen wird.

Die im M 700 Transmitter verfügbare automatische Kalibrierroutine (SW700-011 «CO_2-Kompensation») ist für den InPro 6950 Sensor nicht geeignet.

Generelle Hinweise:

– **Für die Kalibrierung an Luft muss die Membran des Sensors trocken sein,** da anhaftende Wassertropfen den Sauerstoffmesswert verfälschen.
– Stellen Sie sicher, dass der **Sauerstoff-Sättigungsindex** des Kalibriermediums **stimmt** und während der Kalibrierung **konstant bleibt.**
– Falls die Kalibrierung in Wasser oder Messmedium erfolgt, muss sich das **Kalibriermedium mit Luft im Gleichgewichtszustand** befinden. Der Sauerstoffaustausch zwischen Wasser und Luft läuft nur sehr langsam ab. Es dauert daher relativ lange, bis Wasser mit Luft gesättigt ist.

– Eine gewisse Mindestanströmung des Sensors mit dem Kalibriermedium muss gewährleistet sein.
– Achten Sie darauf, dass alle anderen Parameter, (wie Temperatur und Druck) während der Kalibrierung konstant bleiben.

Bei Dauerbetrieb empfehlen wir eine **periodische Nachkalibrierung entsprechend der gewünschten Genauigkeit, der Art des Prozesses und Ihrer Erfahrung.** Die Häufigkeit der notwendigen Nachkalibrierung ist stark applikationsspezifisch und kann daher an dieser Stelle nicht genau definiert werden.

5.2.3 Einpunktkalibrierung

Durch die Einpunktkalibrierung wird die aktuelle Steilheit des Sensors ermittelt. Als Kalibriermedium dient Wasser mit bekannter Sauerstoffsättigung (z.B. luftgesättigtes Wasser) oder Luft mit bekannter Wasserdampfsättigung (wasserdampfgesättigte Luft).

Nach Erreichen eines stabilen Signals wird der Sensor mit dem jeweiligen Transmitter auf den 100 %-Wert der gewünschten Messgrösse kalibriert, z.B. 100 % Luft, 20,95 % O_2 oder 8,26 ppm – bei 25 °C (77 °F) und Normaldruck (siehe Anleitung zum Transmitter).

5.2.4 Zweipunktkalibrierung

Durch die Zweipunktkalibrierung werden Steilheit und Nullpunkt des Sensors ermittelt.

Wichtig! Bei einer **Zweipunktkalibrierung muss immer zuerst die Nullpunktkalibrierung durchgeführt werden,** bevor die Steilheit ermittelt wird.

In der Regel sollte der Nullpunkt auf Null gesetzt werden bzw. wird automatisch vom Transmitter auf Null gesetzt (siehe Bedienungsanleitung des Transmitters).

Eine Nullpunktkalibrierung wird empfohlen:
– wenn in Flüssigkeiten unter 5 ppb gemessen wird
– wenn in Gasen unter 125 ppm (Vol.) gemessen wird.

Vorsicht! Eine unkorrekte Nullpunktkalibrierung ist eine häufige Fehlerquelle. Für eine korrekte Durchführung empfehlen wir als Nullpunktmedium Kohlendioxid Gas mit einem Reinheitsgrad von mindestens 99,9995 %.

Nach Erreichen eines stabilen Sensorsignals (nach 6 – 12 Stunden) wird der Sensor mit dem jeweiligen Transmitter auf den Nullwert der gewünschten Messgrösse kalibriert, z.B. 0 % Luft, 0,0 % O_2 oder 0,0 ppm (siehe Bedienungsanleitung des Transmitters).

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

6 Wartung

6.1 Kontrolle des Sensors

6.1.1 Visuelle Kontrolle

Zur Überprüfung des Sensors empfehlen wir folgende Vorgehensweise:

- Die Kontakte am Anschlussstecker müssen trocken sein. Feuchtigkeit, Korrosion und Schmutz im Anschlussstecker können zu Fehlanzeigen führen.
- Kabel auf Knickstellen, spröde Stellen oder Brüche überprüfen.
- Vor jeder Kalibrierung sollte die Membranfolie optisch auf Beschädigung geprüft werden. Sie muss unverletzt und sauber sein. Bei verschmutzter Membran ist sie mit einem feuchten, weichen Lappen abzureiben.

Hinweis: Eine verformte Membrane hat keinen Einfluss auf die Messgenauigkeit, sofern Sie nicht beschädigt ist.

- Der Membrankörper muss ersetzt werden, wenn der Sensor eine zu lange Ansprechzeit aufweist, der Anzeigewert nicht stabil bleibt oder wegdriftet, der Sensor nicht kalibriert werden kann oder die Membran mechanisch beschädigt ist.
- Kathodenbereich auf Verfärbungen, Beläge und Glassprünge überprüfen. Gegebenenfalls mit demineralisiertem Wasser spülen und mit weichem, sauberen Pinsel oder weichem Papiertuch reinigen.

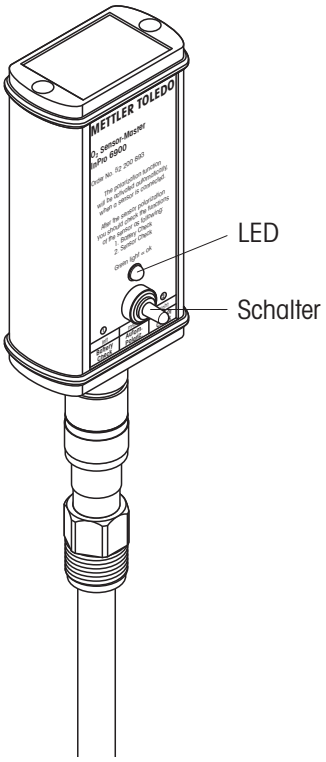
Vorsicht! Keinerlei Reinigungsmittel oder Alkohol verwenden. Diese können den Sensor beschädigen oder zu Fehlströmen führen.

Vorsicht! Der Innenkörper aus Glas ist zerbrechlich und empfindlich gegen Erschütterungen.

6.1.2 Kontrolle des Sensors mit dem METTLER TOLEDO O_2 Sensor-Master InPro 6950

Zur einfachen Überprüfung der Funktionstüchtigkeit des Sensors empfehlen wir den als Zubehör erhältlichen O_2 Sensor-Master InPro 6950. Um den Sensor zu kontrollieren, gehen Sie wie folgt vor:

- Sensor an den O_2 Sensor-Master anschliessen.



Sobald der Sensor am O_2 Sensor-Master angeschlossen ist, wird automatisch die Polarisierfunktion aktiviert und der Sensor mit der richtigen Polarisationsspannung versorgt. Falls der Sensor für mehr als 5 Minuten vom Transmitter getrennt war, muss er zuerst polarisiert (Polarisationszeiten siehe «Kapitel 5.1») werden, bevor aussagekräftige Testresultate erzielt werden.

- **Kontrolle der Batterie:**
  Schalter nach links drücken. Ist der Ladezustand der Batterie ok, leuchtet die grüne LED. Andernfalls konsultieren Sie die Bedienungsanleitung zum O_2 Sensor-Master.

- **Sensor Check:**
  Für diesen Test müssen der O_2-Sensor **vollständig polarisiert** und die **Membran des Sensors trocken und sauber** sein.

  Halten Sie den am O_2 Sensor-Master angeschlossenen Sensor in die Luft. Drücken Sie anschliessend den Schalter nach rechts auf die Position «2 – Sensor check». Der O_2 Sensor-Master prüft, ob der Elektrodenstrom für Luft, den der Sensor liefert, im zulässigen Bereich liegt (2500 – 6000 nA für den InPro 6950).

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

Leuchtet die grüne LED, liegt der Elektrodenstrom im zulässigen Bereich.

Leuchtet die LED nicht, prüfen Sie die Batterie des O_2 Sensor-Master (siehe Bedienungsanleitung «Zubehör»). Ist die Batterie ok, liegt der Fehler möglicherweise beim Sensor. Ersetzen Sie den Elektrolyten und/oder den Membrankörper des Sensors. Leuchtet die LED auch nach dem Austausch des Membrankörpers nicht, ersetzen Sie auch noch den Innenkörper des Sensors (siehe «Kapitel 6.2»).

Wichtig! Mit der Sensor Check-Funktion wird nur die Korrektheit des Elektrodenstromes an Luft überprüft. Um sicher zu gehen, dass der Sensor korrekt arbeitet, muss auch der Nullstrom mit einer Messung in sauerstofffreiem Medium überprüft werden (siehe «Kapitel 6.1.3»).

Wichtig! Der InPro 6950 Sensor ist nicht mit dem O_2-Sensor-Master des InPro 6900 oder einer anderen, herkömmlichen Polarisationseinheit kompatibel.
Das 4-Elektroden-System des InPro 6950 Sensors kann nur direkt am Transmitter oder mit dem O_2-Sensor-Master InPro 6950 überprüft und/oder polarisiert werden.

6.1.3 Kontrolle des Sensors mit dem Transmitter

Zur Überprüfung der korrekten Sensorfunktion ist eine periodische Nullstrommessung **(keine Nullpunktkalibrierung!)** empfehlenswert.

Wichtig! Für die Nullstrommessung muss der Sensor polarisiert sein.

Die Nullstrommessung wird mit Hilfe eines Nullstrom-Gels (Art.-Nr. 34 100 1032) durchgeführt, kann aber auch in Stickstoff- (N_2) oder Kohlendioxid- (CO_2) Kalibriergasen (Reinheit von mindestens 99,995 %) oder in einem mit diesen Gasen gesättigten Messmedium erfolgen.

Nach 2 Minuten in einem sauerstofffreien Messmedium sollte der Sensor weniger als 10 % und nach 10 Minuten weniger als 1 % des Luftmesswertes liefern.

Zu hohe Messwerte deuten auf einen erschöpften Elektrolyten oder eine defekte Membran hin. Im ersten Fall ist der Elektrolyt und im zweiten Fall der Membrankörper mit Elektrolyt zu wechseln.

Sollten die oben erwähnten Werte nach dem Austausch des Elektrolyten und des Membrankörpers nicht erreicht werden, ersetzen Sie den Innenkörper des Sensors. Hilft auch diese Massnahme nichts, senden Sie den Sensor zur Inspektion an Ihre METTLER TOLEDO Vertretung.

In vielen Messmedien befinden sich leicht flüchtige Substanzen, die bereits in sehr geringen Konzentrationen einen deutlich wahrnehmbaren Geruch besitzen. Diese Substanzen können wie Sauerstoff durch die gasdurchlässige Membran in den Elektrolyten eindringen und sind beim Austausch des Elektrolyten entsprechend wahrnehmbar. Solche Substanzen, wie auch eine leichte Verfärbung des Elektrolyten haben in den meisten Fällen absolut keinen Einfluss auf die Messeigenschaften des Sensors.

6.2 Ersetzen des Elektrolyten, des Membrankörpers oder des Innenkörpers

Hinweis: Im InPro 6950 wird ein spezieller Elektrolyt verwendet, der einen Oxydationshemmer enthält. Dieser Elektrolyt gewährleistet eine schnelle Ansprechzeit und erhöht zusammen mit dem Schutzring die Signalstabilität des Sensors. Der Elektrolyt muss in regelmässigen Abständen ersetzt werden, sicher jedoch dann, wenn der Sensor mehr als 24 Stunden ohne Wässerungskappe der Luft ausgesetzt oder wenn der Sensor über mehrere Monate gelagert wurde.

Hinweis: Nach der ersten Öffnung der Elektrolytflasche soll der Elektrolyt innerhalb von 3 Monaten aufgebraucht werden.

Arbeitet die Membran und/oder der Innenkörper nicht mehr einwandfrei (zu lange Ansprechzeiten, hoher Nullstrom in sauerstofffreiem Medium, mechanische Beschädigung etc.) muss der Membrankörper und/oder der Innenkörper ausgetauscht werden.

Achtung! Der O_2-Elektrolyt ist alkalisch. Vermeiden Sie deshalb den Kontakt des Elektrolyten mit der Haut, insbesondere mit den Schleimhäuten und den Augen. **Tragen Sie deshalb für die nachfolgend beschriebenen Austauscharbeiten immer Schutzhandschuhe und eine Schutzbrille.**
Sollten Sie trotzdem mit dem Elektrolyten in Berührung kommen, spülen Sie den betroffenen Körperteil sofort mit viel Wasser ab. Bei Unwohlsein ist sofort ein Arzt hinzuzuziehen.

Für den Austausch des Elektrolyten, des Membrankörpers oder des Innenkörpers gehen Sie wie folgt vor (siehe auch nachfolgende Abbildung):

Vorsicht! Führen Sie die nachfolgenden Arbeitsschritte nur an einem **sauberen Arbeitsplatz** aus.

1. Überwurfhülse vom Sensorschaft abschrauben und vorsichtig vom Sensor ziehen.
2. Membrankörper vom Innenkörper abziehen. Ist der Membrankörper in der Überwurfhülse festgeklemmt, sollte er mit der flachen Seite der Finger-

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

spitzen aus dieser herausgedrückt werden. Vor einem Elektrolytwechsel muss der Membrankörper unbedingt aus der Überwurfhülse entfernt werden!

3. Den Innenkörper mit destilliertem Wasser abspülen und sorgfältig mit einem Papiertuch trocknen.

Hinweis: Die Schritte 4 bis 7 müssen nur für den Austausch des Innenkörpers ausgeführt werden.

4. Kontermutter mit einem Rollgabelschlüssel oder Gabelschlüssel 3/8" lösen.

5. Innenkörper aus dem Sensorschaft ziehen. Falls nötig Zange verwenden.

Achtung! Innenkörper beim Herausziehen nicht drehen, sonst können die Kontaktstifte abbrechen.

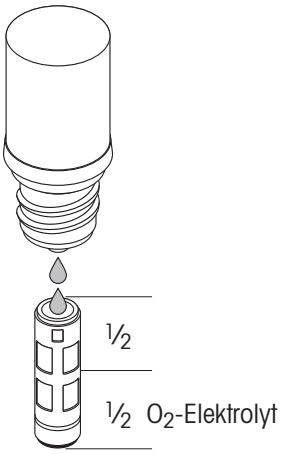
6. Neuen Innenkörper in den Sensorschaft einsetzen und so weit drehen, bis die Nut im Innenkörper im Nocken des Sensorschaftes einrastet

7. Innenkörper bis zum Anschlag in den Sensorschaft hineindrücken. Anschliessend Kontermutter anbringen und festziehen.

8. Alle O-Ringe auf Beschädigungen prüfen und falls nötig ersetzen.

9. Den neuen Membrankörper bis zur Hälfte mit O_2-Elektrolyt füllen.

Hinweis: Die Elektrolytflasche ist mit einem speziellen Ausguss-System ausgerüstet. Zur Gewährleistung der korrekten Funktion muss die Flasche zum Füllen vertikal nach unten gehalten werden.



Hinweis: Darauf achten, dass im gefüllten Membrankörper keine Luftblasen vorhanden sind. Luftblasen können durch vorsichtiges Klopfen an den Membrankörper entfernt werden.

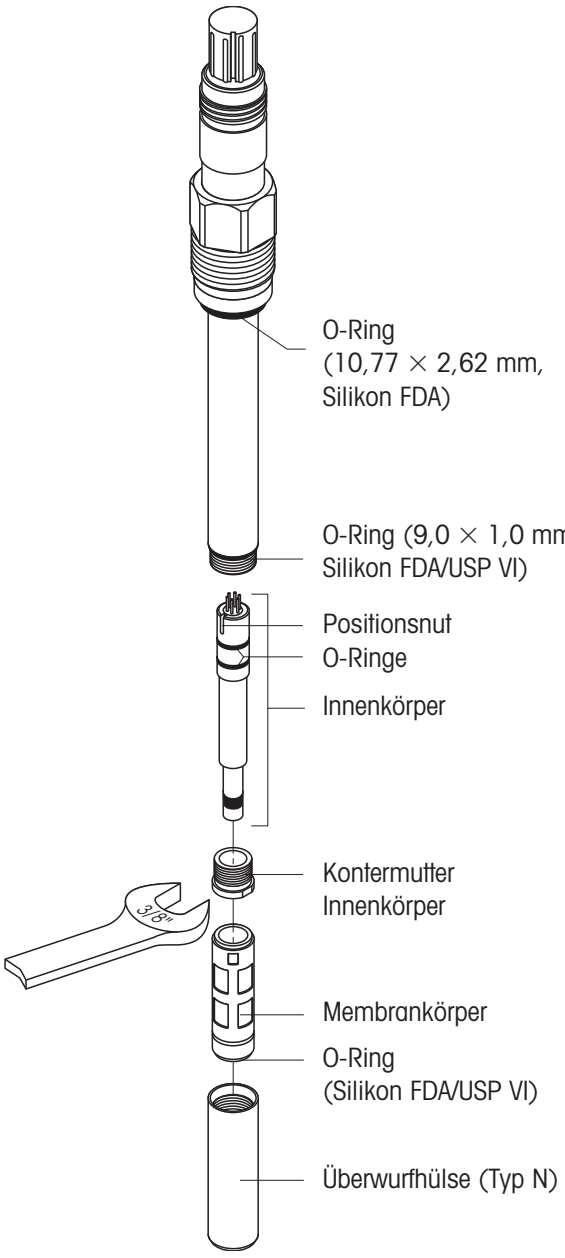
10. Den Membrankörper in senkrechter Position auf den Innenkörper schieben und überschüssigen Elektrolyt mit einem Papiertuch entfernen.

Wichtig! Zwischen Membrankörper und Überwurfhülse dürfen sich weder Elektrolyt noch Messmedium oder andere Verunreinigungen befinden. Bitte genau prüfen!

11. Die Überwurfhülse vorsichtig über den montierten Membrankörper schieben (den Sensor dabei in vertikaler Position halten) und festschrauben. Die Überwurfhülse muss sauber und trocken sein.
12. Nach einem Austausch des Elektrolyten oder des Membrankörpers oder des Innenkörpers ist der Sensor zu polarisieren und zu kalibrieren.

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

Ersetzen des Innenkörpers



7 Lagerung

Für die Lagerung der Sensoren über eine Dauer von mehr als 24 Stunden empfehlen wir, die Wässerungskappe, gefüllt mit der Reinigungs- und Konditionierlösung (Bestell-Nr. 52 200 255), wie sie für unsere portablen O_2-Messsysteme verwendet wird, aufzusetzen. Diese Lösung besitzt einen Oxydationshemmer, der verhindert, dass der Sensor mit Sauerstoff in Kontakt kommt, wenn er nicht benutzt wird.

Um die Reinigungs- und Konditionierlösung herzustellen, gehen Sie wie folgt vor: Eine Tablette in 40 ml destilliertes Wasser geben und 5 Minuten warten, bis sie sich aufgelöst hat. Wässerungskappe mit dieser Lösung füllen und Wässerungskappe auf das Sensorende aufstecken. Die Reinigungs- und Konditionierlösung hat Reinigungseigenschaften, die die Membran freihält von Mikroorganismen. Falls Sie kein Reinigungs- und Konditionierset haben, können Sie die Wässerungskappe auch mit Prüfgel oder entgastem Wasser füllen. Vor dem Einbau des Sensors ist die Wässerungskappe zu entfernen und der Sensor mit Wasser zu spülen.

Vorsicht! Bei einer Lagerung von mehr als 3 Monaten sollte vor erneutem Gebrauch der Elektrolyt gewechselt werden.

Vorsicht! Bei einer Lagerung von mehr als 6 Monaten sollte der Sensor **trocken,** d.h. ohne Elektrolyt im Membrankörper gelagert werden. Ein trocken gelagerter Sensor (ohne Elektrolyt im Membrankörper) **darf auf keinen Fall an den O_2 Sensor-Master InPro 6950 oder an ein anderes Polarisationsmodul angeschlossen werden.**

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

8 Produktspezifikationen

8.1 Zertifikate

Jeder Sensor wird mit einem Set von **3.1 Zertifikaten** (entsprechend EN 10204) ausgeliefert.

Alle mit dem Prozessmedium in Berührung kommenden Metallteile (Sensorschaft, Überwurfhülse und Membrankörper) sind mit einem Symbol gekennzeichnet, das auf die Schmelznummer auf dem mitgelieferten Zertifikat verweist.

Alle mit dem Prozessmedium in Berührung kommenden Metallteile (Sensorschaft, Überwurfhülse und Membrankörper) sind poliert, damit Sie eine Oberflächenrauheit von weniger als 0,4 µm (16 µin) aufweisen. Dies entspricht einer Oberflächenrauheit von N5 (entsprechend ISO 1320:1992).

8.2 Technische Daten

	InPro 6950
Messprinzip	Amperometrisch/Polarografisch
Betriebsbedingungen	
Zulässiger Druckbereich (Messung)	0,2 … 6 bar absolut Gasmessung
	0,2 … 9 bar absolut Flüssigmessung
Mechanische Druckbeständigkeit	Max. 12 bar absolut
Zulässiger Temperaturbereich (Messung)	0 … 70 °C Gasmessung
	0 … 80 °C Flüssigmessung
Temperaturbereich (mechanisch)	−5 … 121 °C (sterilisierbar)
Konstruktionsmerkmale	
Temperaturkompensation	Automatisch mit integriertem NTC 22 kOhm Temperaturfühler
Kabelanschluss	VarioPin (IP 68), gerade oder abgewinkelt
O-Ring-Material	Silikon FDA und USP VI geprüft
Material Membrane	PTFE/Silikon
Medienberührte Metallteile (3.1)	Rostfreier Stahl Spezielle Materialien auf Anfrage
Oberflächenrauheit medienberührte Metallteile (ISO 1320:1992)	N5 (R_a < 0,4 µm)
Quick Disconnect-Innenkörper	Spurenmessung
Kathode	Pt
Anode	Pt
Schutzring	Ja (Pt)
Referenzelement	Ag/AgCl
Abmessungen	
Sensordurchmesser	12 mm [0,47"]
Eintauchlänge (a) für 12 mm Sensor	70, 120, 220, 320 mm [2,8, 4,7, 8,66, 12,6"]
Sensorleistung	
Nachweisgrenze	0,1 ppb (Wasser) 0,25 ppb (Wasser/CO_2) 5 ppm (Vol.) Gas
Genauigkeit	± [1 % + ± 0,1 ppb] vom Messwert in Flüssigkeiten ± [1 % + ± 0,25 ppb] vom Messwert in CO_2-haltigen Flüssigkeiten ± [1 % + ± 5 ppm] vom Messwert in Gasen
Ansprechzeit bei 25 °C/77 °F (Luft → N_2)	98 % des Endwertes < 90 s
Sensorsignal in Raumluft (25 °C/77 °F)	2500 … 6000 nA
Restsignal in sauerstofffreiem Medium	< 0,025 % des Signals in Raumluft
Zertifikate	
EHEDG, 3A	Ja (angemeldet)
3.1 (EN 10204)	Ja
ATEX-Zertifikat	Ja
FM-Zulassung	Ja
FDA/USP VI	Ja
Qualitäts-/Endkontrolle	Ja
Kompatibilität	
mit METTLER TOLEDO Transmitter	siehe «Kapitel 9.4»
mit METTLER TOLEDO Armaturen	siehe «Kapitel 9.5»

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

9 Bestellinformationen

Weitere, detaillierte Informationen finden Sie im technischen Datenblatt. Fragen Sie Ihren Lieferanten.

9.1 Sensoren

Sensor	Bestell-Nr.
InPro 6950/12/070/VP (2,8")	52 206 097
InPro 6950/12/120/VP (4,7")	52 206 098
InPro 6950/12/220/VP (8,7")	52 206 099
InPro 6950/12/320/VP (12,6")	52 206 100
InPro 6950/12/070/VP90 (2,8")	52 206 101
InPro 6950/12/120/VP90 (4,7")	52 206 102
InPro 6950/12/220/VP90 (8,7")	52 206 103
InPro 6950/12/320/VP (12,6")	52 206 104
InPro 6950/12/060 (2,4") V80	52 206 110

9.2 Zubehör

Zubehör	Bestell-Nr.
O_2 Sensor-Master InPro 6950	52 206 113
O_2 Sensor-Simulator	52 200 891
Überwurfhülse mit Schutzkorb (Typ P)*	52 200 038
Überwurfhülse ohne Schutzkorb (Typ N)*	52 200 037
VP-Kabel VP6-ST/3 m	52 300 108
VP-Kabel VP6-ST/5 m	52 300 109
VP-Kabel VP6-HT/3 m	52 300 112
VP-Kabel VP6-HT/5 m	52 300 113
VP-Kabel VP8-ST/3 m	52 300 354
VP-Kabel VP8-ST/5 m	52 300 355
VP-Kabel VP8-HT/3 m	52 300 361
VP-Kabel VP8-HT/5 m	52 300 362
Nullstrom-Gel	34 100 1032

* 1.4404

Für weitere Kabellängen ,-typen fragen Sie Ihre METTLER TOLEDO Verkaufsstelle.

9.3 Ersatzteile

Ersatzteil	Bestell-Nr.
Membrankörper, einzeln, InPro 6950	52 206 105
Membran-Kit InPro 6950 (4 Membrankörper, 1 O-Ring-Set, 2×5 ml Elektrolyt, Wässerungskappe)	52 206 106
Membrankörper, einzeln, InPro 6950 Gas	52 206 108
Membran-Kit InPro 6950 Gas (4 Membrankörper, 1 O-Ring-Set, 2×5 ml Elektrolyt, Wässerungskappe)	52 206 109
Elektrolyt-Nachfülllösung InPro 6950 (5 ml)	52 206 111
Innenkörper InPro 6950 (mit «Quick Disconnect»)	52 206 112

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

9.4 Empfohlene Transmitter

Transmitter	Bestell-Nr.
O_2 Transmitter M 700, beschichtet C	52 121 171
O_2 Transmitter M 700, rostfreier Stahl S	52 121 174
O_2 Transmitter M 700, beschichtet, Ex VPW	52 121 172
O_2 Transmitter M 700, beschichtet, Ex 24V	52 121 173
O_2 Transmitter M 700, rostfr. Stahl, Ex VPW	52 121 175
O_2 Transmitter M 700, rostfr. Stahl, Ex 24V	52 121 176

9.5 Empfohlene Armaturen

Armatur (12 mm ∅)	Bestell-Nr.
Statische Armatur	Bitte fragen Sie Ihre METTLER TOLEDO Verkaufsorganisation
InFit 761 CIP	
Wechselarmatur	
InTrac 777e	
InTrac 797e	
Eintaucharmatur	
InDip 550	

Hinweis: Die Armaturen sind in verschiedenen Versionen erhältlich. Um sicherzustellen, dass die Bestellnummer mit der gewünschten Version übereinstimmt, nehmen Sie bitte mit Ihrer METTLER TOLEDO Verkaufsorganisation Kontakt auf

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

10 Theorie der polarographischen Sensoren

10.1 Einführung

In der analytischen Messung werden zwei verschiedene Typen von Elektroden verwendet: Die **potentiometrischen** und die **amperometrischen.**

– Die potentiometrischen Elektroden entwickeln eine Spannung, die durch die Aktivität eines spezifischen Ions erzeugt wird. Beispiele solcher Elektroden sind: Glaselektroden (z.B. pH-Elektroden) und die meisten ionenselektiven Elektroden. Ihre individuellen Spannungswerte können jedoch nicht bestimmt werden. Der messbare Wert ist die Potentialdifferenz zwischen der Messelektrode und einer fixen Referenzelektrode. Der Spannungswert der Referenzelektrode muss dabei konstant sein.
Alle potentiometrischen Elektroden unterliegen den Gesetzen nach Nernst. Aus diesem Grund können die Elektroden und die Messinstrumente in den meisten Fällen untereinander ausgetauscht werden. Eine wichtige Eigenschaft der potentiometrischen Messungen ist die praktisch stromlose Bestimmung der Elektrodenspannung.
Dadurch entstehen im Messmedium keine chemischen Reaktionen und das Messmedium bleibt im Gleichgewicht.

– Bei den **amperometrischen Elektroden,** wie zum Beispiel den **Sauerstoffelektroden,** basiert die Messung auf einer Strommessung.
Die herkömmlichen Sauerstoffelektoden bestehen aus einer Kathode und einer Anode, die über einen Elektrolyten miteinander leitend verbunden sind. Eine geeignete Polarisationsspannung zwischen Anode und Kathode reduziert den Sauerstoff an der Kathode.

Reaktion an der Kathode:
$O_2 + 2\ H_2O + 4e^- \rightarrow 4\ OH^-$

Reaktion an der Anode:
$4\ Ag + 4\ Cl^- \rightarrow 4\ AgCl + 4e^-$

Im Falle des InPro 6950 Sensors wurde das Messsystem mit Referenz und Schutzringelektrode erweitert. Diese Designänderung ermöglicht die genaue Sauerstoffkonzentrationsmessung bis in den Spurenbereich. Im Gegensatz zu den herkömmlichen Sensoren ändert dadurch auch die elektrochemische Reaktion an der Anode.

Reaktion InPro 6950 an der Anode:
$4\ OH \rightarrow O_2 + 2\ H_2O + 4e^-$

Aus diesen chemischen Reaktionen resultiert ein Strom, der proportional zum Sauerstoffpartialdruck (pO_2) ist. Die Sauerstoffelektrode verbraucht laufend Sauerstoff, der aus der Messlösung herausgelöst wird. Deshalb sind die Viskosität und der Durchsatz der Messlösung wichtige Einflussgrössen.
Der Elektrodenstrom einer Sauerstoffelektrode ist nicht nur durch den Sauerstoffpartialdruck, sondern durch weitere Elektrodenparameter bestimmt. Der Elektrodenstrom unterschiedlicher Elektroden kann in mehreren Zehnerpotenzen voneinander abweichen. Aus diesem Grund können Sauerstoffelektroden und Transmitter nicht frei ausgetauscht werden.

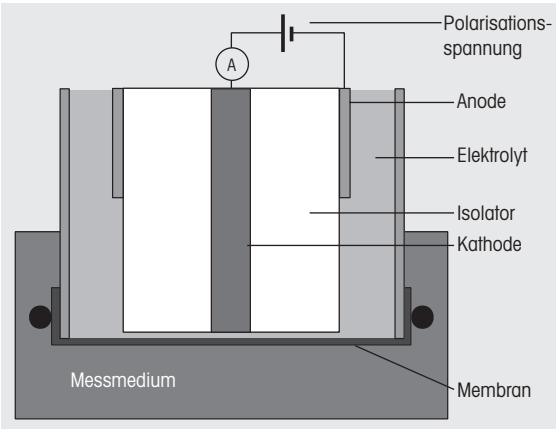
10.2 Prinzipieller Aufbau von Sauerstoffelektroden

Es gibt zwei Arten von Sauerstoffelektroden:

- Elektroden **ohne** Membran
- Elektroden **mit** gasdurchlässiger Membran (Clark-Prinzip).

Die Membranelektrode nach Clark ist die heute am meisten verwendete Elektrode. Im Vergleich zu den Elektroden ohne Membran weisen Sie folgende Vorteile auf:

- Sauerstoffmessung in Gasen und Lösungen
- Keine gegenseitige Verunreinigung von Elektrode und Messmedium
- Keine oder sehr geringe Abhängigkeit von den Strömungsbedingungen im Medium.

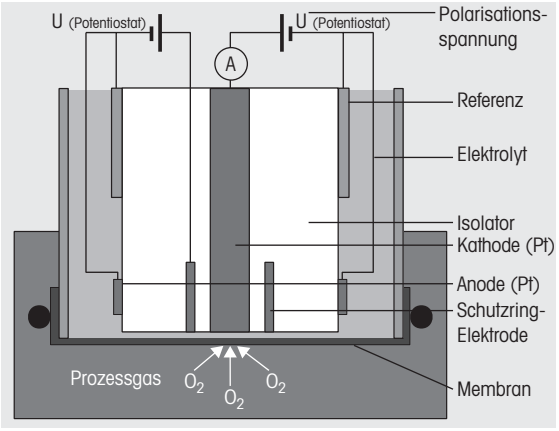


Bei den Clark-Elektroden ist die konstruktive Auslegung sehr wichtig. Speziell die Dicke des Elektrolytfilms zwischen der Kathode und der Membrane muss in sehr engen Grenzen gehalten werden, um eine gute Linearität und einen tiefen Nullstrom (Strom in reinem Stickstoff) zu gewährleisten. Die obenstehende Abbildung zeigt den prinzipiellen Aufbau von Clark-Sauerstoffelektroden.

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

Prinzipieller Aufbau von InPro 6950 Sensoren

Der InPro 6950 Sensor basiert auf der Clark-Elektrode. Er besitzt zusätzlich einen Kathodenring (Schutzringelektrode) und eine Referenzelektrode.
Die Schutzringelektrode ist an einer separaten Polarisationsspannung angelegt und verbraucht dadurch den Sauerstoff, der sich vom Elektrolyten zur Messkathode hin ausbreitet.
Die Referenzelektrode dient als Bezugspunkt zur Regelung der notwendigen Polarisationsspannung zwischen Kathode und Anode und sorgt damit für stabile Bedingungen innerhalb des Sensors während der Messung. Dadurch gewährleistet das Messsystem aussergewöhnliche Signalstabilität bis in den Sauerstoff Spurenbereich



10.3 Einflussgrössen auf den Elektrodenstrom

Die Menge des diffundierten Sauerstoffs und die Grösse des Elektrodenstromes werden von folgenden Einflussgrössen bestimmt:

- Sauerstoffpartialdruck im Messmedium
- Membranmaterial und -dicke
- Grösse der Kathode
- Polarisationsspannung
- Temperatur
- Strömungsbedingungen im Messmedium

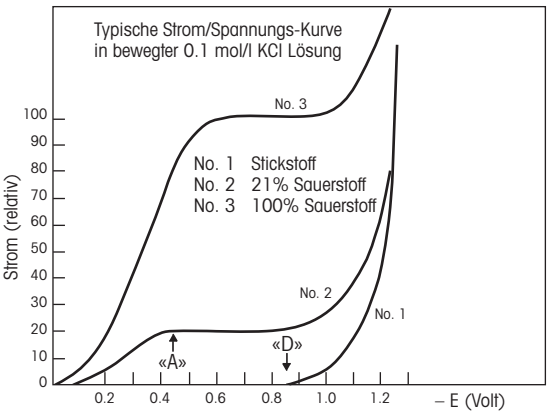
Das Gesetz nach Fick zeigt den mathematischen Zusammenhang dieser Einflussgrössen auf:

$$\mathbf{I = k \times D \times a \times A \times \frac{pO_2}{x}}$$

I = Elektrodenstrom
k = Konstant
D = O_2-Durchdringungskoeffizient der Membran
a = Sauerstofflöslichkeit des Membranmaterials
A = Kathodenoberfläche
pO_2 = Sauerstoffpartialdruck im Messmedium
X = Dicke der gasdurchlässigen Membran

10.4 Polarisationsspannung

Die Spannung zwischen Anode und Kathode ist so festgelegt, dass der Sauerstoff an der Kathode voll reduziert wird (> A, siehe Polarogramm), während die anderen Gase nicht angegriffen werden (< D). Die ideale Polarisationsspannung für Pt/Ag/AgCl Systeme oder Pt/Pt/Ag/AgCl Systeme liegt zwischen –500 und –750 mV.



Die Polarisationsspannung sollte so konstant wie möglich sein. Neben einer konstanten Spannungsquelle müssen folgende Voraussetzungen erfüllt werden: Der elektrische Widerstand des Elektrolytfilms darf einen spezifischen Wert nicht überschreiten, damit ein Spannungsabfall verhindert wird.

Die Anode muss eine grosse Oberfläche aufweisen, damit sie nicht vom Elektrodenstrom polarisiert wird.

10.5 Temperatur

Die Temperaturabhängigkeit des Elektrodenstroms bezogen auf einen konstanten Sauerstoffpartialdruck ist überwiegend durch die Eigenschaften der gasdurchlässigen Membran bestimmt.

10.6 Strömungsabhängigkeit

Bei den meisten Sauerstoffelektroden ist der Elektrodenstrom in ruhigen Messmedien kleiner als in bewegten Medien. Durch den Sauerstoffverbrauch der Elektrode wird ausserhalb der Membran in unmittelbarer Nähe der Kathode Sauerstoff aus dem Messmedium herausgelöst. Der herausgelöste Sauerstoff wird durch Diffusion innerhalb des Messmediums wieder ersetzt. Ist der Elektrodenstrom sehr hoch, kann der herausgelöste Sauerstoff durch die Diffusion nicht mehr vollständig ersetzt werden. Dadurch resultiert ein Elektrodenstrom der tiefer ist als der, der tatsächlich dem Messmedium entsprechen würde. In bewegten Messmedien wird der verbrauchte Sauerstoff nicht nur durch Diffusion innerhalb der Flüssigkeit zugeführt, sondern zusätzlich durch die vorbeiströmende

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

Flüssigkeit (Konvektion). Dadurch wird eine Abnahme des Sauerstoffgehaltes an der Membranoberfläche verhindert.

Stark abhängig von den Strömungsbedingungen sind Elektroden mit grossen Kathoden und dünnen hochdurchlässigen Membranen (Elektroden mit hohem Elektrodenstrom).

Das Problem der Strömumgsabhängigkeit kann meistens durch eine minimale Strömung im Messmedium gelöst werden.

In METTLER TOLEDO InPro 6950 Sensoren ist die PTFE-Membran, die den Elektrodenstrom (d.h. das aktuelle Messsignal) bestimmt, durch eine relativ dicke Silikonmembran vom Messmedium getrennt. Die Silikonmembran ist hochdurchlässig für Sauerstoffmoleküle und dient damit als Sauerstoffreservoir. Die Diffusion des Sauerstoffs vom Messmedium in die Silikonmembran wird über einen grossen Bereich verteilt. Dadurch wird weniger Sauerstoff pro Flächeneinheit herausgelöst. Die PTFE/Silikonmembran agiert somit als Puffer gegen hydrodynamische Störungen.

Diese Membran zusammen mit dem Schutzring und dem speziellen Elektrolyten gewährleisten eine exzellente Signalstabilität, auch wenn die hydrodynamische Strömung ausfällt (wie zum Beispiel in einer Bierabfülllinie).

10.7 Sauerstoffpartialdruck – Sauerstoffkonzentration

Der Elektrodenstrom ist abhängig vom Sauerstoffpartialdruck und der Sauerstoffdurchlässigkeit der Membran. Die Umrechnung von Partialdruck in Sauerstoffkonzentration hängt vom Messmedium (Messung in Flüssigkeiten oder Gasen) ab.

Messung in Flüssigkeiten
Wird in Flüssigkeiten gemessen, hängt die Sauerstoffkonzentration zusätzlich von der Löslichkeit des Sauerstoffs im Messmedium ab. Da diese aber vom Sensorstrom nicht erfasst wird, muss die Sauerstoffkonzentration im Transmitter berechnet werden. Dazu wird das Gesetz nach Henry angewendet welches besagt, dass die Sauerstoffkonzentration proportional zum Sauerstoffpartialdruck (pO_2) ist.

$$\mathbf{Cl = pO_2 \times a}$$

a = Löslichkeitsfaktor

Wenn «a» konstant ist, kann die Sauerstoffkonzentration mit der Elektrode bestimmt werden. Dies stimmt jedoch nur bei konstanter Temperatur und für verdünnte wässerige Lösungen, wie zum Beispiel Trinkwasser.

Der Löslichkeitsfaktor ist nicht nur im starken Masse von der Temperatur abhängig, sondern auch von der Zusammensetzung des Messmediums:

Medium, gesättigt mit Luft	Löslichkeit bei 20°C (68°F) und 760 mm Hg
Wasser	9,2 mg O_2/l
4 mol/l KCl	2 mg O_2/l
50 % Methanol-Wasser	21,9 mg O_2/l

Obwohl die Löslichkeit sehr stark variiert, ergeben die Messungen mit der Sauerstoffelektrode für alle Messmedien den gleichen Wert.

Folglich ist die Bestimmung der Sauerstoffkonzentration nur möglich, wenn der Löslichkeitsfaktor «a» bekannt und konstant ist.

Die Löslichkeit kann mit einer Winkler-Titration oder der durch Käppeli und Fiechter entwickelten Methode bestimmt werden.

Messung in Gasen
Die Sauerstoffkonzentration bei der Messung in Gasen wird immer als Volumenanteil der Gaszusammensetzung angegeben. Gängige Einheiten sind % (Vol.) und ppm (Vol.).

Sie lassen sich einfach von der einen in die andere Masseinheit umrechnen.

Beispiel:
Allgemein bekannt sind die Volumenprozent Angaben bei der Zusammensetzung der Luft. So enthält Luft beispielsweise 20,95 % Sauerstoff. Dies entspricht 209'500 ppm (Vol.).
(Umrechnung: Wert ppm = 10'000 × Wert in %)

Referenzen

- W.M. Krebs, I.A. Haddad Develp. Ind. Microbio., 13, 113 (1972)
- H. Bühler, W. Ingold GIT 20, 977 (1976)
- W.M. Krebs, MBAA Techn. Quart. 16, 176 (1975)
- D.P. Lucero, Ana. Chem. 40, 707 (1968)

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

Sondes O_2 InPro® 6950

Instructions d'utilisation

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

Table des matières

1 Introduction 75

2 Remarques importantes 76

2.1 Remarques concernant les instructions d'utilisation 76
2.2 Emploi approprié 76
2.3 Consignes de sécurité 77
2.4 Quelques exemples typiques d'application 78
2.5 Utilisation dans les zones Ex 78
2.6 Classification Ex selon ATEX 78
2.6.1 Introduction 78
2.6.2 Caractéristiques nominales 79
2.6.3 Conditions particulières 80
2.7 Classification Ex – FM Approved 81

3 Description du produit 82

3.1 Informations générales 82
3.2 Principe de fonctionnement 82
3.3 Livraison 83
3.4 Pièces de l'appareil 84

4 Installation 85

4.1 Montage de la sonde 85
4.2 Connexion 85
4.2.1 Connexion de la sonde InPro 6950 à un câble VP 85
4.2.2 Connexion du câble VP au transmetteur 86

5 Fonctionnement 87

5.1 Mise en service et polarisation 87
5.2 Etalonnage 88
5.2.1 L'effet de l'étalonnage 88
5.2.2 A quoi faut-il veiller pendant l'étalonnage 88
5.2.3 Etalonnage à un point 89
5.2.4 Etalonnage à deux points 89

6 Entretien 90

6.1 Contrôle de la sonde 90
6.1.1 Examen visuel 90
6.1.2 Test de la sonde avec le O_2 Sensor-Master InPro 6950 de METTLER TOLEDO 91
6.1.3 Test de la sonde à l'aide d'un transmetteur 92
6.2 Remplacer l'électrolyte ou le module à membrane ou le corps interne 93

7 Conservation 97

8 Caractéristiques du produit 98

8.1 Certificats 98
8.2 Spécifications 99

9 Informations pour la commande 100

9.1 Sondes 100
9.2 Accessoires 100
9.3 Pièces de rechange 100
9.4 Transmetteurs recommandés 101
9.5 Supports recommandés 101

10 Théorie de la sonde polarographique 102

10.1 Introduction 102
10.2 Principe de conception d'une sonde à oxygène 103
10.3 Paramètres déterminant le courant 104
10.4 La tension de polarisation 105
10.5 La température 105
10.6 Dépendance relative à l'écoulement 105
10.7 Pression partielle d'oxygène – concentration en oxygène 106

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

1 Introduction

Nous vous remercions d'avoir acheté **la sonde O_2 InPro 6950 de METTLER TOLEDO.**

Les sondes InPro 6950 sont construites selon l'état actuel de la technique et correspondent aux règles techniques de sécurité reconnues. Cela n'empêche, qu'en cas de fausse manipulation, elles puissent présenter des dangers pour l'opérateur ou pour des tiers, ou encore pour l'installation elle-même ou d'autre biens corporels.

⚠ **C'est pourquoi les personnes concernées doivent d'abord lire et comprendre les Instructions d'utilisation.**

Les instructions d'utilisation doivent être conservées à portée de main, dans un endroit accessible à toutes les personnes utilisant la sonde InPro 6950.

Pour toute question non exposée exhaustivement ou ne figurant pas dans les présentes instructions d'utilisation, veuillez prendre contact avec votre représentant METTLER TOLEDO. Nous sommes volontiers à votre disposition.

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

2 Remarques importantes

2.1 Remarques concernant les instructions d'utilisation

Les instructions d'utilisation vous expliquent comment utiliser la sonde InPro 6950 de manière efficace et tel qu'il se doit.
Ces instructions d'utilisation s'adressent au personnel en charge de l'utilisation et de la maintenance des sondes, personnel qui est supposé connaître l'installation dans laquelle la sonde est intégrée.

Notes et symboles d'avertissement
Dans ce mode d'emploi, les consignes de sécurité et autres informations sont signalées par les symboles suivants :

⚠ Ce symbole a pour but d'attirer l'attention sur les **consignes de sécurité et avertissements relatifs à des dangers potentiels** qui, s'ils ne sont pas pris en considération, pourraient être à l'origine de blessures et/ou de dommages.

☞ Ce symbole signale des **informations ou instructions complémentaires** qui, si elles ne sont pas prises en compte, pourraient occasionner des défauts, un fonctionnement inefficace ou une éventuelle diminution de la production.

2.2 Emploi approprié

Les capteurs METTLER TOLEDO InPro 6950 servent à la mesure en ligne de la pression partielle d'oxygène dans les liquides et les gaz, conformément aux indications de cette notice d'emploi.
Un emploi différent ou dépassant celui décrit dans cette notice d'emploi n'est pas considéré comme approprié.

Le fabricant/fournisseur décline toute responsabilité en cas de dommages résultant d'un tel emploi, dont seul l'utilisateur assume le risque.

L'emploi approprié suppose de plus :

- Le respect des instructions, consignes et remarques de la présente notice d'emploi.
- L'inspection, l'entretien et le contrôle de fonctionnement périodiques des composants utilisés incombent à l'utilisateur qui doit, en outre, respecter les prescriptions locales de sécurité du travail et des installations.
- Le respect de toutes les remarques et mises en garde dans les publications concernant les produits utilisés en combinaison avec le capteur (supports, transmetteurs, etc.).

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

- Le respect des consignes de sécurité de l'installation sur laquelle le capteur est monté.
- L'utilisation correcte en respectant les conditions d'exploitation et de protection de l'environnement prescrites ainsi que les installations accessoires autorisées.
- En cas d'incertitude, s'informer impérativement auprès de METTLER TOLEDO.

2.3 Consignes de sécurité

- L'exploitant de l'installation doit être conscient des éventuels risques et dangers de son procédé ou installation. Il est responsable de la formation du personnel servant, de la signalisation des dangers potentiels et du choix de l'instrumentation appropriée en fonction de l'état de la technique.
- Le personnel servant impliqué dans la mise en service, l'utilisation et l'entretien de ce capteur ou d'un de ses produits auxiliaires (supports, transmetteurs, etc.) doit nécessairement être instruit du procédé de production et des produits. Ceci inclut la lecture et la compréhension de la présente notice d'emploi.
- La sécurité du personnel servant et des installations incombe en dernier ressort à l'exploitant de l'installation. Ceci s'applique notamment aux installations se trouvant dans des zones à danger d'explosion.
- Le capteur d'oxygène et ses composants n'ont pas d'effet sur le procédé et ne peuvent l'influencer dans le sens d'une régulation ou d'un pilotage.
- Les intervalles d'entretien et de maintenance dépendent des conditions d'exploitation, des substances présentes, de l'installation et de la signification du système de mesure en matière de sécurité. Les procédés des clients varient fortement, de sorte que les indications données ne peuvent être qu'indicatives et doivent, dans chaque cas, être vérifiées par l'exploitant de l'installation.
- Si des mesures de protection particulières sont exigées, telles que des serrures, inscriptions ou systèmes de mesure redondants, l'exploitant est chargé de les prévoir.
- Un capteur défectueux ne doit ni être monté ni mis en service.
- Des travaux d'entretien autres que ceux décrits dans cette notice d'emploi ne doivent pas être effectués sur le capteur.

– N'utilisez que des pièces d'origine METTLER TOLEDO pour le remplacement de composants défectueux (voir « Chapitre 9.3, Pièces de rechange »).

– Ne pas apporter de modifications aux capteurs et aux accessoires. Le fabricant/fournisseur décline toute responsabilité en cas de modifications non autorisées, dont seul l'utilisateur assume le risque.

2.4 Quelques exemples typiques d'application

La liste suivante énumère quelques exemples d'application typiques, non limitatifs, du capteur d'oxygène.

Mesure dans des liquides :

– Brasseries
– Filtration de boissons
– Conditionnement de boissons

Mesure dans des gaz :

– Récupération de CO_2
– Pureté du CO_2
– Protection du produit lors du stockage
– Production exempte d'oxygène

2.5 Utilisation dans les zones Ex

Prudence !
Pour une installation dans les zones Ex veuillez-vous référer aux indications suivantes :

CE 1258

Ex-Classification ATEX :
⟨Ex⟩ Ex ia IIC T6/T5/T4/T3 Ga/Gb
⟨Ex⟩ Ex ia IIIC T69°C/T81°C/T109°C/T161°C Da/Db

Numéro du certificat de vérification :
SEV 14 ATEX 0169 X
IECEx SEV 14.0026X

Ex-Classification FM approuvé :
FM APPROUVÉ IS/I, II, III/1/ABCDEFG/T6 Ta = 60 °C - 53 800 002; Entity

2.6 Ex-classification ATEX

2.6.1 Introduction

Conformément à la directive 94/9/CE (ATEX 95), Annexe I, les sondes à oxygène (O_2) de type InPro 6XXX appartiennent au groupe d'appareils II, catégorie 1/2G qui, conformément à la directive 99/92/CE (ATEX 137), peuvent être utilisés dans les zones 0/1, 1/2, 1 ou 2, ainsi que dans les groupes de gaz IIA, IIB et IIC qui sont potentiellement explosifs en présence de matériaux combus-

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

tibles dans la plage de température des classes T3 à T6.

Les exigences de la norme européenne EN 60079-14 doivent être respectées lors de l'utilisation/installation.

Conformément à la directive 94/9/CE (ATEX 95), Annexe I, les sondes à oxygène (O_2) de type InPro 6XXX appartiennent au groupe d'appareils II, catégorie 1/2D qui, conformément à la directive 99/92/CE (ATEX 137), peuvent être utilisés dans les zones 20/21, 21/22, 21 ou 22 qui sont potentiellement explosives en présence de poussières combustibles.

Les exigences de la norme européenne EN 60079-14 doivent être respectées lors de l'utilisation/installation.

En ce qui concerne la version analogique des sondes à oxygène (O_2), les circuits de mesure de l'O_2 et de la température ainsi que le circuit de la puce de données font partie du système de sécurité intrinsèque commun et sont raccordés ensemble à un transmetteur homologué séparément, qui permet de les actionner.

La version numérique de la sonde à oxygène (O_2) est raccordée à un câble à deux fils connecté au transmetteur homologué, qui permet de l'actionner.

Les circuits de sécurité intrinsèque sont isolés des circuits de sécurité non intrinsèque de manière galvanique jusqu'à une valeur de crête de la tension nominale de 375 V. Ils sont également isolés des installations mises à la terre de manière galvanique jusqu'à une valeur de crête de la tension nominale de 30 V.

2.6.2 Données nominales

Sonde à oxygène (O_2) analogique
Type de protection : sécurité intrinsèque Ex ia IIC

Circuit de mesure de l'O_2, circuit de mesure de la température et circuit de la puce de données
Uniquement pour le raccordement aux circuits de sécurité intrinsèque homologués.
Valeurs maximales :
$U_i \leq 16$ V, $I_i \leq 190$ mA, $P_i \leq 200$ mW
$L_i = 0$ (inductance interne effective)
$C_i = 900$ pF (capacité interne effective)

Les valeurs ci-dessus sont d'application et représentent la somme de tous les circuits individuels de l'alimentation à sécurité intrinsèque associée et de l'appareil de contrôle correspondant (transmetteur).

Sonde à oxygène (O_2) numérique
Type de protection : sécurité intrinsèque Ex ia IIC

Circuit de courant à deux fils
Uniquement pour le raccordement aux circuits de sécurité intrinsèque homologués.
Valeurs maximales :
$U_i \leq 16$ V, $I_i \leq 30$ mA, $P_i \leq 50$ mW
L_i = négligeable
C_i = négligeable

2.6.3 Conditions spéciales

– Le lien entre la température du milieu/ambiante maximale autorisée et la classe de températures, pour les applications de la catégorie 1G, zone 0, est indiqué dans le tableau suivant :

Classe de températures	Température du milieu/ambiante max.
T 6	68 °C
T 5	80 °C
T 4	108 °C
T 3	160 °C

– Le lien entre la température du milieu/ambiante maximale autorisée et la classe de températures, pour les applications de la catégorie 1D, zone 20, est indiqué dans le tableau suivant :

Classe de températures	Température du milieu/ambiante max.
T 69 °C	68 °C
T 81 °C	80 °C
T 109 °C	108 °C
T 161 °C	160 °C

– La capacitance et l'inductance du câble raccordé doivent être prises en compte.

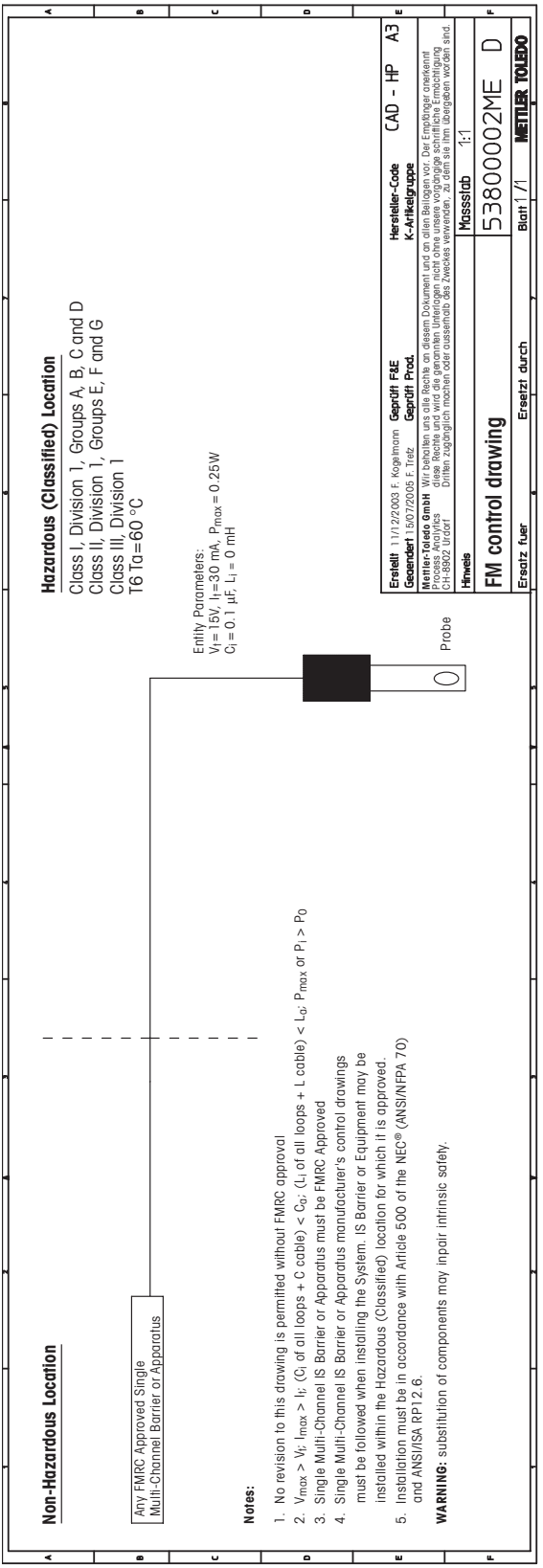
– La sonde à oxygène (O_2) de type InPro 6XXX peut être fixée sur des supports InFit 76*-*** ou InTrac 7**-*** ou sur d'autres supports adaptés aux zones potentiellement explosives.

– La structure métallique des sondes à oxygène (O_2), les supports InFit 76*-*** ou InTrac 7**-***, ainsi que d'autres raccords appropriés peuvent être intégrés au test de pression de routine du système.

– Le raccord indépendant utilisé pour l'installation des sondes à oxygène (O_2) doit être raccordé de façon conductrice au système de liaison équipotentielle.

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

2.7 FM APPROUVÉ Classification Ex – FM Approved


Non-Hazardous Location
Any FMRC Approved Single
Multi-Channel Barrier or Apparatus
Hazardous (Classified) Location
Class I, Division 1, Groups A, B, C and D
Class II, Division 1, Groups E, F and G
Class III, Division 1
T6 Ta=60 °C
Entity Parameters:
Vi = 15V, Ii=30 mA, Pmax = 0.25W
Ci = 0.1 µF; Li = 0 mH
Probe
Notes:
1. No revision to this drawing is permitted without FMRC approval
2. Vmax > Vt; Imax > It; (Ci of all loops + C cable) < Ca; (Li of all loops + L cable) < La; Pmax or Pi > Po
3. Single Multi-Channel IS Barrier or Apparatus must be FMRC Approved
4. Single Multi-Channel IS Barrier or Apparatus manufacturer's control drawings must be followed when installing the System. IS Barrier or Equipment may be installed within the Hazardous (Classified) location for which it is approved.
5. Installation must be in accordance with Article 500 of the NEC® (ANSI/NFPA 70) and ANSI/ISA RP12.6.
WARNING: substitution of components may inpair intrinsic safety.
Erstellt 11/12/2003 F. Kogelmann
Geaendert 15/07/2005 F. Tretz
Gepruft F&E
Gepruft Prod.
Hersteller-Code CAD - HP A3
K-Artikelgruppe
Mettler-Toledo GmbH Process Analytics CH-8902 Urdorf
Wir behalten uns alle Rechte an diesem Dokument und an allen Beilagen vor. Der Empfänger anerkennt diese Rechte und wird die genannten Unterlagen nicht ohne unsere vorgängige schriftliche Ermächtigung Dritten zugänglich machen oder ausserhalb des Zweckes verwenden, zu dem sie ihm übergeben worden sind.
Hinweis
Massstab 1:1
FM control drawing
53800002ME D
Ersatz fuer
Ersetzt durch
Blatt 1 /1
METTLER TOLEDO

3 Description du produit

3.1 Informations générales

La sonde InPro 6950 avec sonde de température intégrée est utilisée pour la mesure précise de faibles concentrations d'oxygène.

La sonde est **stérilisable** et **compatible NEP** (Nettoyage-En-Place).

Les sondes InPro 6950 avec fonctionnalité ISM permettent le « Plug + Measure » et offrent des fonctionnalités de diagnostic étendues.

3.2 Principe de fonctionnement

La sonde InPro 6950 est une sonde de mesure de l'oxygène polarographique, dont le système de mesure repose sur la configuration de Clark et a été étendu avec une électrode de référence distincte et un anneau de garde. Ce système à 4 électrodes peut être défini comme suit :

a) Le système de mesure de la sonde InPro 6950 se compose d'une électrode de travail (cathode), d'une contre-électrode (anode), d'une électrode de référence et d'un anneau de garde. Le système de mesure est séparé du milieu du procédé par une membrane perméable à l'oxygène.

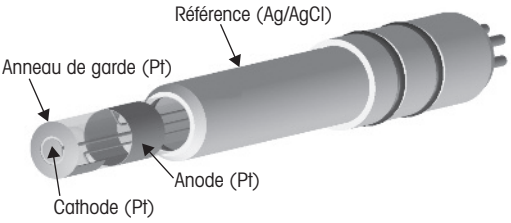
b) À l'aide du transmetteur, une tension constante est appliquée à la cathode et à l'anneau de garde afin de réduire l'oxygène au niveau des deux électrodes.

c) Les molécules d'oxygène se diffusent du milieu de mesure, à travers le diaphragme, en direction de la cathode alimentée en tension, et sont réduites. Simultanément, une oxydation se produit au niveau de l'anode lors de l'arrivée de l'oxygène et de l'eau dans l'électrolyte. Ainsi, un courant circule entre l'anode et la cathode ; il est directement proportionnel à la pression partielle de l'oxygène (pO_2) dans le milieu du procédé.

d) L'anneau de garde intégré à la sonde réduit l'oxygène, qui peut se diffuser latéralement vers la cathode et falsifier la mesure. L'anneau de garde permet donc d'identifier précisément des traces d'oxygène, même dans les concentrations les plus faibles.

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

Le système à 4 électrodes de la sonde InPro 6950 garantit une grande justesse, une réponse rapide et une limite de détection basse.



La technologie de mesure à 4 électrodes

Indication : pour de plus amples informations, reportez-vous au « Chapitre 10 – Théorie de la sonde polarographique ».

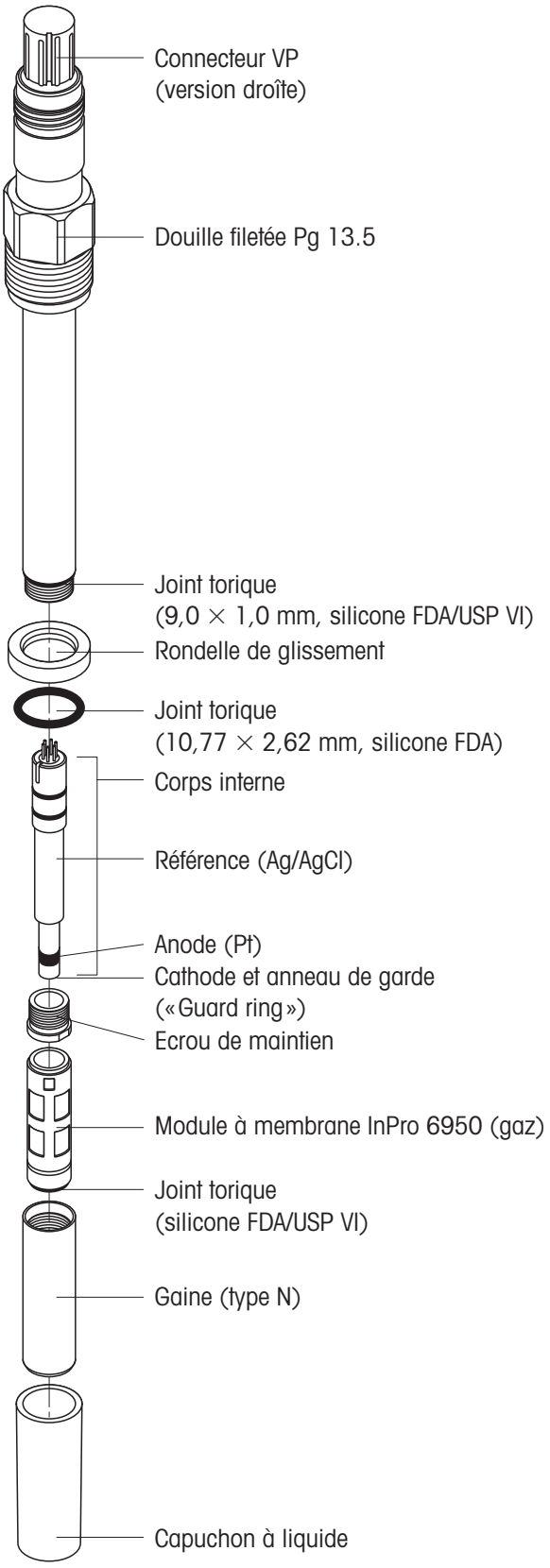
3.3 Livraison

Chaque sonde est complètement montée et testée en usine afin de garantir un fonctionnement correct. La sonde est livrée avec :

- une bouteille d'électrolyte (52 206 111)
- un certificat de contrôle de la qualité
- des certificats d'examen 3.1
  (en conformité avec la norme EN 10204)

3.4 Pièces de l'appareil

Sonde 12 mm



Les sondes O_2 METTLER TOLEDO sont livrées avec module à membrane monté, remplis d'électrolyte et capuchon à liquide placé. Leur fonctionnement a été testé.

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

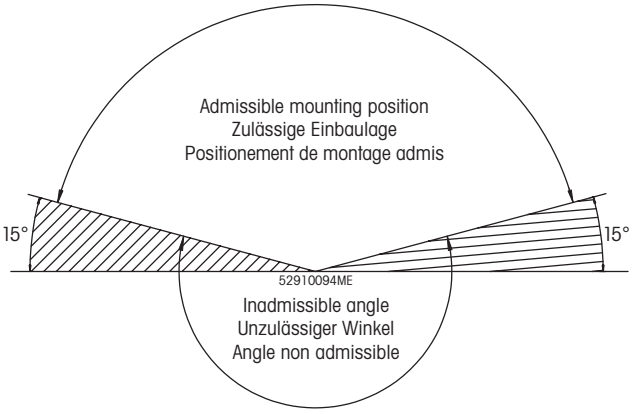
4 Installation

4.1 Montage de la sonde

Important ! Avant de monter la sonde, enlevez le capuchon à liquide.

Montage de la sonde dans un support
Veuillez vous reporter au manuel du support afin de savoir comment monter la sonde à cet endroit.

Montage de la sonde, directement sur un tuyau ou une cuve
Les **sondes O_2 12 mm** peuvent être montées directement sur un manchon avec un filet femelle Pg 13.5 et fixés en place au moyen le manchon fileté Pg 13.5.



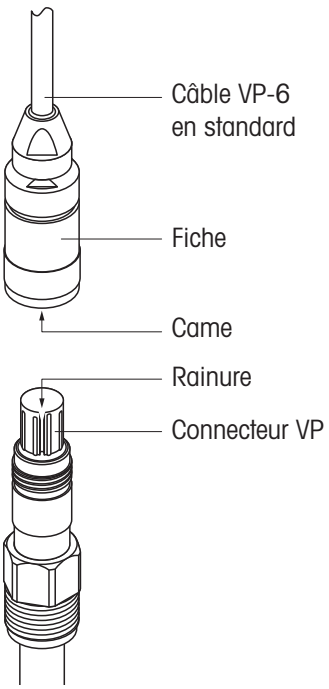
4.2 Connexion

4.2.1 Connexion de la sonde InPro 6950 à un câble VP

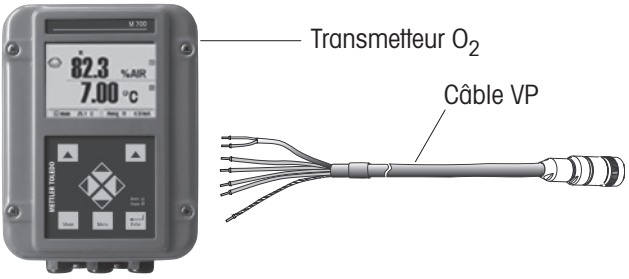
La sonde est connectée à un transmetteur à l'aide d'un câble VP. Dans des conditions d'utilisation industrielles lourdes, le câble VP garantit une connexion fiable entre le transmetteur et la sonde. La robuste fiche de connexion IP 68 étanche garantit une sécurité maximale lors de l'utilisation de l'appareil.

Evitez d'entrer en contact avec le connecteur VP de la sonde !

Pour connecter le câble VP à la sonde, alignez la rainure du connecteur VP avec la came de la fiche. Serrez ensuite fermement la fiche pour assembler les deux parties.



4.2.2 Connexion du câble VP au transmetteur



Indication : pour l'affectation des fils du câble veuillez suivre les instructions de la notice d'emploi du câble VP METTLER TOLEDO.

Indication : pour relier le câble VP au transmetteur veuillez suivre les instructions de la notice d'emploi du transmetteur METTLER TOLEDO.

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

5 Fonctionnement

Important ! Remplacer l'électrolyte avant la première mise en service (voir « Chapitre 6.2 »). La qualité de l'électrolyte peut être affectée par les conditions de transport et de stockage (p.ex. transport aérien, fluctuations de pression et de température). Un électrolyte de moindre qualité peut entraîner des écarts de mesure.

5.1 Mise en service et polarisation

Important ! Avant le montage / la mise en service de la sonde, enlevez le capuchon à liquide.

Lors de la première mise en service de la sonde, ou si la sonde a été déconnectée de sa source de tension (transmetteur ou module de polarisation) pendant plus de 5 minutes, la sonde doit être polarisée, avant étalonnage, en la reliant au transmetteur O_2 en marche ou à un module de polarisation. La sonde est polarisée et prête à fonctionner au bout de six heures. Durant le processus de polarisation, nous vous conseillons de laisser sur la sonde le capuchon à liquide rempli de solution de nettoyage et de conditionnement (reportez-vous au « Chapitre 7 – Conservation »), surtout lorsque la polarisation dure plus de 6 heures.

Une durée de polarisation plus courte suffit si l'interruption a été brève (quelques minutes). Le tableau suivant sert à déterminer la durée de polarisation correcte en fonction de la durée de dépolarisation.

Durée de polarisation[1] t_{depol} [Min.]	**Durée minimal de polarisation requise[2] [Min.]**
$t_{depol} > 30$	360
$30 > t_{depol} > 15$	$6 \times t_{depol}$
$15 > t_{depol} > 5$	$4 \times t_{depol}$
$t_{depol} < 5$	$2 \times t_{depol}$

1 Durée de dépolarisation : Durée pendant laquelle la tension de polarisation n'est pas appliquée, ce qui est le cas:
- lors du remplacement de l'électrolyte,
- lors du remplacement du module à membrane,
- si le câble est détaché ou si le transmetteur ou le module de polarisation n'est pas relié au câble.

2 Durée de polarisation : Durée pendant laquelle la tension de polarisation est appliquée à la sonde.

Important ! Réglage de la tension de polarisation pour une mesure correcte :

- Applications standard : **–675 mV**

– Mesures de concentrations d'oxygène constamment faibles (< 500 ppb en liquide ou < 10'000 ppm [vol.] en gaz) en présence de composants acides volatils (par exemple dioxyde de carbone pour les mesures en brasserie) : **– 500 mV**

Indication : Le transmetteur doit être réglé de façon à délivrer la tension de polarisation correcte.

5.2 Etalonnage

5.2.1 L'effet de l'étalonnage

Chaque sonde d'oxygène a une pente et un zéro caractéristiques. Les deux valeurs changent, par exemple, par épuisement de l'électrolyte ou après remplacement de l'électrolyte ou du module à membrane. Afin que la sonde mesure avec une haute exactitude, il faut par conséquent effectuer un étalonnage après remplacement de l'électrolyte ou de la membrane. Avant l'étalonnage, il faut polariser la sonde pendant au moins 6 heures.

Avant l'étalonnage, ôtez le capuchon à liquide et rincez la sonde à l'eau. Ensuite, laissez sécher cette dernière durant 10 minutes au moins.

Afin de savoir si votre sonde a besoin d'être étalonnée, vous pouvez la sécher, la soulever dans l'air et vous assurer qu'elle affiche près de 100 %. Dans le cas contraire, votre sonde nécessite un nouvel étalonnage.

5.2.2 A quoi faut-il veiller pendant l'étalonnage

Le calibrage s'effectue généralement avec la tension de polarisation, qui le mesure également.

Un calibrage de point zéro est recommandé :

– en cas de mesure inférieure à 5 ppb dans un liquide,
– en cas de mesure inférieure à 125 ppm (vol.) dans des gaz.

Le programme de calibrage disponible automatiquement dans le transmetteur M 700 (SW700-011 « compensation de CO_2 ») ne convient pas à la sonde InPro 6950.

Indications générales :

– **En cas d'étalonnage par l'air, la membrane de la sonde doit être sèche,** car des gouttes d'eau adhérant à la membrane faussent la valeur de mesure de l'oxygène.

– Assurez-vous que **l'indice de saturation en oxygène** du milieu d'étalonnage est **juste et reste constant** pendant l'étalonnage.

– Si l'étalonnage a lieu dans l'eau ou dans un milieu de mesure, **le milieu d'étalonnage doit être**

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

en état d'équilibre avec l'air. L'échange d'oxygène entre l'eau et l'air est très lent. Il faut par conséquent relativement longtemps pour saturer l'eau en air.

– Un minimum de circulation est nécessaire dans le milieu qui baigne la sonde.

– Veiller à maintenir constants tous les autres paramètres comme la température et la pression.

En fonctionnement continu nous recommandons un **reétalonnage périodique dépendant de l'exactitude souhaitée, de la nature du procédé et de votre expérience.** La fréquence de reétalonnage requise dépend fortement de l'application et ne peut donc pas être indiquée avec exactitude à cet endroit.

5.2.3 Etalonnage à un point

L'étalonnage à un point détermine la pente de la sonde. Le milieu d'étalonnage est de l'eau avec une saturation en oxygène connue (par exemple eau saturée d'air) ou de l'air avec une saturation en vapeur d'eau connue (air saturé en vapeur d'eau).

Lorsque le signal de la sonde est stable, la grandeur de mesure voulue est amenée à 100 % sur le transmetteur, par exemple 100 % air, 20,95 % O_2 ou 8,26 ppm – à 25 °C (77 °F), pression normale (voir mode d'emploi du transmetteur).

5.2.4 Etalonnage à deux points

L'étalonnage à deux points détermine la pente et le zéro de la sonde.

Important ! En cas d'étalonnage à deux points, **commencez toujours par le point d'étalonnage zéro** avant de procéder à l'étalonnage de la pente.

En règle générale le zéro devrait être réglé sur zéro ou il est automatiquement posé à zéro par le transmetteur (voir mode d'emploi du transmetteur).

Un calibrage de point zéro est recommandé :

– en cas de mesure inférieure à 5 ppb dans des liquides,

– en cas de mesure inférieure à 125 ppm (vol.) dans des gaz.

Prudence ! Un étalonnage incorrect du zéro constitue une fréquente source d'erreur. Pour le réaliser correctement nous recommandons d'utiliser de dioxide de carbone comme milieu de mesure du zéro ou un autre milieu exempt d'oxygène et d'un degré de pureté d'au moins 99,9995 %.

Lorsque le signal de la sonde est stable (après 6 à 12 heures), la grandeur de mesure voulue est amenée à zéro sur le transmetteur, par exemple 0 % air, 0,0 % O_2 ou 0,0 ppm (voir mode d'emploi du transmetteur).

6 Entretien

6.1 Contrôle de la sonde

6.1.1 Examen visuel

Pour contrôler la sonde, nous recommandons de procéder comme suit :

- Les contacts du connecteur doivent être secs. La présence d'humidité, de traces de corrosion et de saletés sur les contacts peut causer de fausses valeurs de mesure.
- Vérifier que le câble ne présente pas de pliures, de points fragiles ou de ruptures.
- Avant chaque étalonnage vérifier visuellement le bon état de la membrane. Elle doit être intacte et propre. Si elle est sale, nettoyer la membrane avec un chiffon doux et humide.

Indication: pour autant qu'elle soit intacte, une membrane qui ondule n'a aucun impact sur les performances de la sonde.

- Il faut remplacer le module à membrane lorsque la sonde a un temps de réponse trop long, lorsque la valeur de mesure est instable ou dérive, lorsque la sonde ne peut plus être étalonnée ou lorsque la membrane est endommagée.
- Vérifier l'absence de décolorations, de dépôts et de fissures du verre autour de la cathode. Le cas échéant, rincer à l'eau déminéralisée et nettoyer à l'aide d'un pinceau propre et doux ou d'un mouchoir en papier doux.

Prudence ! Ne pas utiliser de produits de nettoyage ou de l'alcool. Ils peuvent endommager la sonde ou entraîner des signaux parasites.

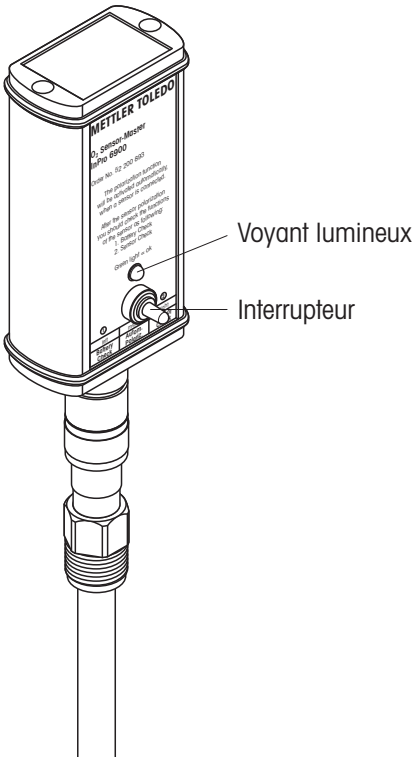
Prudence ! Le corps en verre est fragile et sensible aux chocs.

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

6.1.2 Test de la sonde avec le O_2 Sensor-Master InPro 6950 de METTLER TOLEDO

Nous vous recommandons d'utiliser le O_2 Sensor-Master InPro 6950 de METTLER TOLEDO afin de vérifier la qualité de votre sonde. Pour ce faire, procédez comme suit :

- Connectez la sonde au O_2 Sensor-Master.



La fonction de polarisation est activée dès la connexion de la sonde au O_2 Sensor-Master. Si la sonde a été débranchée du transmetteur pendant plus de 5 minutes, polarisez la sonde (temps de polarisation, voir « Chapitre 5.1 ») afin d'obtenir des résultats de test représentatifs.

- **Vérification de la pile :**
  Poussez l'interrupteur vers la gauche. Si la pile est en bon état et que le O_2 Sensor-Master est opérationnel, un voyant lumineux vert s'allume. Si tel n'est pas le cas, consultez le mode d'emploi du O_2 Sensor-Master.

- **Vérification de la sonde :**
  Avant d'effectuer ce test, **la sonde doit être polarisée** et **la membrane de la sonde doit être propre et sèche.**

  Tenir la sonde connectée au O_2 Sensor-Master dans l'air et pousser l'interrupteur vers la droite en position « 2 – Sensor check ». Le O_2 Sensor-Master contrôle alors le courant de la sonde dans l'air ambiant. Ce dernier doit se trouver dans un domaine de valeurs prédéterminé (2500 à 6000 nA pour l'InPro 6950).

Si la diode verte s'allume, le courant se trouve dans ce domaine.

Si le voyant lumineux ne s'allume pas, vous devez vérifier la pile du O_2 Sensor-Master (voir instructions d'utilisation « Accessoires »). Si la pile fonctionne, cela signifie qu'il y a probablement un problème au niveau de votre sonde. Vous devez, dans ce cas, changer l'électrolyte et/ou la cartouche à membrane de la sonde. Si, une fois la membrane remplacée, le voyant ne s'allume toujours pas, cela signifie qu'il y a peut-être un problème au niveau du corps interne. Vous devez alors le remplacer (voir « Chapitre 6.2 »).

Important ! Cette fonction ne vérifie que le courant dans l'air de la sonde. Pour avoir une garantie totale du bon fonctionnement de la sonde, un contrôle du courant résiduel dans un milieu sans oxygène doit être effectué (voir « Chapitre 6.1.3 »).

Important ! La sonde InPro 6950 n'est pas compatible avec le maître de la sonde d'oxygène InPro 6900 ou de tout autre dispositif de polarisation classique.
Le système à 4 électrodes de la sonde InPro 6950 peut être contrôlé et/ou polarisé uniquement directement sur le transmetteur ou avec le maître de la sonde d'oxygène InPro 6950.

6.1.3 Test de la sonde à l'aide d'un transmetteur

Pour contrôler le bon fonctionnement de la sonde, une mesure périodique du courant de zéro est recommandée **(pas d'étalonnage du zéro !).**

Indication : La sonde doit être polarisée au moment du contrôle.

Elle se fait à l'aide du gel de courant zéro (n° de cmde. 34 100 1032) mais peut aussi se faire dans des gaz d'étalonnage (azote ou dioxyde de carbone, pureté d'au moins 99,995 %) ou dans un milieu saturé par ces gaz.

Après 2 minutes dans un milieu exempt d'oxygène, la sonde doit indiquer moins de 10 % de la valeur de mesure dans l'air et, après 10 minutes, moins de 1% de cette valeur.

Des valeurs trop élevées signalent un épuisement de l'électrolyte ou une membrane défectueuse. Dans le premier cas, il faut remplacer l'électrolyte et, dans le second, le module à membrane et l'électrolyte.

Si les valeurs indiquées ci-dessus ne sont pas atteintes après remplacement de l'électrolyte et du module à membrane, vous devez alors remplacer le corps interne. Si cette mesure ne corrige toujours pas le resultat, renvoyez la sonde pour inspection à votre agence METTLER TOLEDO.

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

Beaucoup de milieux de mesure contiennent des substances volatiles qui ont une odeur clairement perceptible, même à très faible concentration. Comme l'oxygène, ces substances peuvent s'introduire dans l'électrolyte à travers la membrane perméable aux gaz ; elles sont perceptibles au remplacement de l'électrolyte. Ces substances, ainsi qu'une légère coloration de l'électrolyte n'affectent pas, dans la plus part de cas, les propriétés de mesure de la sonde.

6.2 Remplacer l'électrolyte ou le module à membrane ou le corps interne

Indication : L'InPro6900 utilise un électrolyte spécial contenant un anti-oxydant. Il garantit un temps de réaction court et augmente, grâce à la « guard ring », la stabilité du signal de la sonde. L'électrolyte doit être remplacé à intervalles réguliers et à coup sûr si la sonde a été exposée à l'air durant plus de 24 heures sans capuchon à liquide ou si la sonde a été entreposée durant plusieurs mois.

Indication : Consommer l'électrolyte dans les 3 mois après la première ouverture du flacon d'électrolyte.

Si la membrane et/ou le corps interne ne fonctionne plus parfaitement (temps de réponse trop long, courant de zéro important en milieu exempt d'oxygène, dommage mécanique, etc.), il faut remplacer le module à membrane et/ou le corps interne.

Attention ! L'électrolyte O_2 est alcalin. Eviter le contact de l'électrolyte avec la peau, en particulier avec les muqueuses et les yeux. **Pour cette raison, il faut porter des gants de protection et des lunettes de protection pour les travails de remplacement suivantes.**
En cas de contamination, rincer abondamment la partie du corps touchée avec de l'eau. En cas de malaise consulter un médecin.

Pour remplacer l'électrolyte ou le module à membrane ou le corps interne, respecter strictement la démarche suivante (voir aussi l'illustration ci-après) :

Prudence ! Assurez-vous que les étapes de travail suivantes sont effectuées **dans un environnement propre.**

1. Dévisser la gaine de la tige de sonde et la retirer avec précaution.
2. Retirer le module à membrane du corps interne. Si le module à membrane est coincée dans la gaine, l'en extraire en pressant avec la pulpe du doigt. Avant de remplacer l'électrolyte il faut impérativement extraire le module à membrane de la gaine !

3. Rincer le corps interne à l'eau déminéralisée et le sécher soigneusement avec un mouchoir en papier.

Indication : Il faut uniquement excécuter les étapes 4 à 7 pour remplacer le corps interne.

4. Dévissez l'écrou de maintien du corps interne au moyen d'une clé réglable ou d'une clé 3/8".

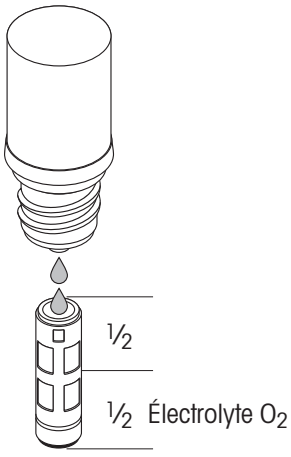
5. Enlevez le corps interne en l'ôtant de l'axe de la sonde. Si nécessaire, utilisez une pince.
Attention ! Ne faites pas tourner le corps interne en l'extrayant. Vous risqueriez d'endommager les tiges de connexion.

6. Insérez le nouveau corps interne dans l'axe de la sonde. Tournez le corps interne dans l'axe jusqu'à ce que la rainure du corps interne soit aligné avec la tige placée dans l'axe.

7. Enfoncez le corps interne dans l'axe et vissez le nouvel écrou de maintien en place.

8. Vérifier visuellement le bon état des joints toriques et, si nécessaire, les remplacer.

9. Remplir à moitié le module à membrane neuf d'électrolyte O_2.
Indication : le flacon d'électrolyte est équipé d'un verseur spécial. Pour qu'il fonctionne correctement, le flacon doit être tenu verticalement, tête en bas, lors du remplissage.



Indication : vérifier que le module à membrane rempli soit exempt de bulles d'air. Secouer avec précaution le module à membrane pour chasser les bulles d'air.

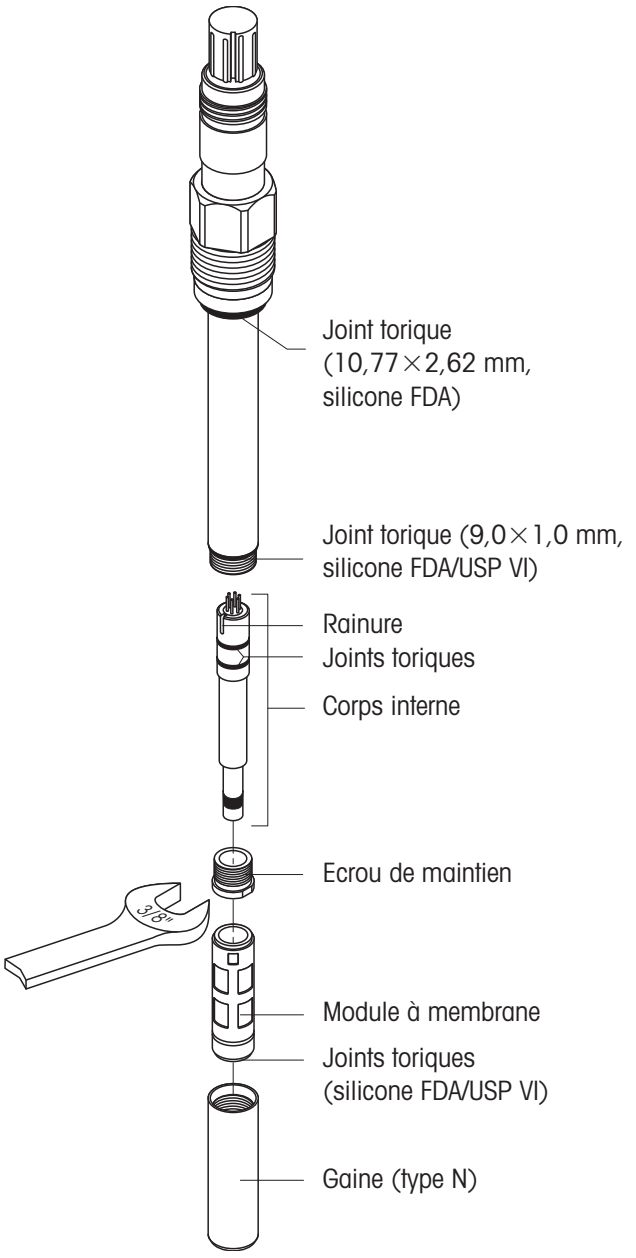
10. Engager le module à membrane en position verticale sur le corps interne. Enlever l'excédent d'électrolyte à l'aide d'un mouchoir en papier.
Important ! Entre le module à membrane et la gaine il ne doit pas y avoir d'électrolyte ni de milieu de mesure ou des saletés. Vérifier la propreté !

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

11. Glisser la gaine avec précaution sur le module à membrane, maintenir la sonde en position verticale et la visser. La gaine doit être propre et sèche.
12. Après chaque remplacement de l'électrolyte ou du module à membrane ou du corps interne, il faut polariser la sonde et la reétalonner.

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

Remplacer le corps interne



© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

7 Conservation

Pour entreposer les sondes durant plus de 24 heures, nous recommandons d'utiliser le capuchon à liquide rempli de solution de nettoyage et de conditionnement (N° de commande 52 200 255), comme pour nos systèmes portables de mesure de O_2. Cette solution contient un anti-oxydant qui empêche que la sonde soit en contact avec l'oxygène lorsqu'il ne sert pas.

Pour fabriquer la solution de nettoyage et de conditionnement, procédez comme suit : déposez une tablette dans 40 ml d'eau distillée et patientez 5 minutes jusqu'à ce qu'elle soit dissoute. Remplissez le capuchon à liquide de cette solution et placez-le sur l'extrémité de la sonde. La solution de nettoyage et de conditionnement possède des propriétés nettoyantes qui protègent la membrane des microorganismes. Si vous n'avez plus de set de nettoyage et conditionnement, vous pouvez remplir le capuchon à liquide de gel d'essai ou d'eau désaérée. Avant de monter la sonde, ôtez le capuchon à liquide et rincez la sonde dans un courant d'eau.

Prudence ! Remplacer l'électrolyte en cas d'une durée de stockage de plus de 3 mois.

Prudence ! En cas de stockage prolongé, de plus de 6 mois, la sonde devrait être conservée **à l'état sec,** c'est-à-dire sans électrolyte dans le module à membrane. Une sonde conservée à sec (sans électrolyte dans le module à membrane) **ne doit pas être raccordée au O_2 Sensor-Master InPro 6950 ou au niveau d'un autre module de polarisation.**

8 Caractéristiques du produit

8.1 Certificats

Chaque sonde est livré avec un jeu **de certificats 3.1** (en conformité avec la norme EN 10204).

Toutes les pièces métalliques en contact avec le milieu (axe de la sonde, gaine et module à membrane) sont identifiées à l'aide d'un symbole correspondant au numéro de coulée. Le symbole gravé sur la sonde correspond au numéro de coulée qui figure sur le certificat papier délivré avec la sonde.

Chaque pièce métallique en contact avec le milieu (axe de la sonde, gaine et module à membrane) est polie de manière à obtenir une rugosité de surface inférieure à 0,4 µm (16 µin). Cela équivaut à un niveau de rugosité de N5 (selon la norme ISO 1320 : 1992).

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

8.2 Spécifications

	InPro 6950
Principe de mesure	Ampérométrique / Polarographique
Conditions d'utilisation	
Domaine de pression admissible (mesure)	0,2 … 6 bar absolu [2,9 … 87,0 psi absolu] applications associées aux gaz
	0,2 … 9 bar absolu [2,9 … 130 psi absolu] applic. associées aux liquides
Domaine de pression (résistance mécanique)	Max. 12 bar absolu [174,0 psi absolu]
Domaine de température admissible (mesure)	0 … 70 °C [32 … 158 °F] applications associées aux gaz
	0 … 80 °C [32 … 176 °F] applic. associées aux liquides
Domaine de température max. (résistance mécanique)	−5 … 121 °C [23 … 250 °F] (stérilisable)
Construction	
Compensation de la température	Automatique avec RTD intégré
Connexion du câble	VarioPin (IP 68), droit ou coudé
Matériaux des joints toriques	Silicone FDA et USP VI approuvé
Matériaux de la membrane	PTFE/Silicone
Pièces métalliques en contact avec le milieu (3.1)	Acier inoxydable Matériaux spéciaux sur demande
Rugosité de surface des pièces métalliques en contact avec le milieu (ISO 1320 : 1992)	N5 (R_a < 0,4 µm [16 µin])
Corps interne « quick disconnect »	Traces
Cathode	Pt
Anode	Pt
Cathode annulaire auxiliaire de garde (« Guard ring »)	Oui (Pt)
Référence	Ag/AgCl
Dimensions	
Diamètre de la sonde	12 mm [0,47"]
Longueur d'immersion (a) pour sonde de diamètre 12 mm	70, 120, 220, 320 mm [2,8, 4,7, 8,66, 12,6"]
Performances	
Limite de détection	0,1 ppb (eau) 0,25 ppb (eau/CO_2) 5 ppm (vol.) N_2 gaz
Précision	±[1 % + ± 0,1 ppb] de la valeur mesurée dans les liquides ± [1 % + ± 0,25 ppb] de la valeur mesurée dans les liquides contenant CO_2 ± [1 % + ± 5 ppm] de la valeur mesurée dans le gaz
Temps de réponse à 25 °C/77 °F (air → N_2)	98 % de la valeur finale < 90 s
Signal de la sonde dans l'air ambiant (25 °C/77 °F)	2500 … 6000 nA
Signal résiduel dans un milieu exempt d'oxygène	< 0,025 % du signal dans l'air ambiant
Certification	
EHEDG, 3A	Oui (en cours)
3.1 (EN 10204)	Oui
Certificate ATEX	Oui
FM Approval	Oui
FDA / USP VI	Oui
Contrôle qualité	Oui
Compatibilité	
avec les transmetteurs METTLER TOLEDO	voir « Chapitre 9.4 »
avec les supports METTLER TOLEDO	voir « Chapitre 9.5 »

9 Informations pour la commande

Pour de plus amples informations consultez la fiche technique. Veuillez la demander à votre fournisseur.

9.1 Sondes

Sondes	No. de cmde.
InPro 6950/12/070/VP (2,8")	52 206 097
InPro 6950/12/120/VP (4,7")	52 206 098
InPro 6950/12/220/VP (8,7")	52 206 099
InPro 6950/12/320/VP (12,6")	52 206 100
InPro 6950/12/070/VP90 (2,8")	52 206 101
InPro 6950/12/120/VP90 (4,7")	52 206 102
InPro 6950/12/220/VP90 (8,7")	52 206 103
InPro 6950/12/320/VP (12,6")	52 206 104
InPro 6950/12/060 (2,4") V80	52 206 110

9.2 Accessoires

Accessoire	No. de cmde.
O_2 Sensor-Master InPro 6950	52 206 113
O_2 Simulateur de sonde	52 200 891
Manchon protection avec panier protecteur (type P)*	52 200 038
Manchon protection sans panier protecteur (type N)*	52 200 037
Câble VP VP6-ST/3 m	52 300 108
Câble VP VP6-ST/5 m	52 300 109
Câble VP VP6-HT/3 m	52 300 112
Câble VP VP6-HT/5 m	52 300 113
Câble VP VP8-ST/3 m	52 300 354
Câble VP VP8-ST/5 m	52 300 355
Câble VP VP8-HT/3 m	52 300 361
Câble VP VP8-HT/5 m	52 300 362
Gel de courant zéro	34 100 1032

* 1.4404

Pour toute autre longueur ou type de câble, veuillez contacter votre agence METTLER TOLEDO.

9.3 Pièces de rechange

Pièce de rechange	No. de cmde.
Module à membrane, seule, InPro 6950	52 206 105
Kit module à membrane InPro 6950 (4 modules à membrane, jeu de joints toriques, 2×5 ml bouteille de l'électrolyte, capuchon à liquide)	52 206 106
Module à membrane, seule, InPro 6950 Gas	52 206 108
Kit module à membrane InPro 6950 Gas (4 modules à membrane, jeu de joints toriques, 2×5 ml bouteille de l'électrolyte, capuchon à liquide)	52 206 109
Electrolyte bottle InPro 6950 (5 ml)	52 206 111
Corps interne InPro 6950 («quick disconnect»)	52 206 112

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

9.4 Transmetteurs recommandés

Transmetteur	No. de cmde.
Transm. O_2 M 700, revêtue C	52 121 171
Transm. O_2 M 700, acier inoxydable S	52 121 174
Transm. O_2 M 700, revêtue, Ex VPW	52 121 172
Transm. O_2 M 700, revêtue, Ex 24V	52 121 173
Transm. O_2 M 700, acier inoxyd., Ex VPW	52 121 175
Transm. O_2 M 700, acier inoxyd., Ex 24V	52 121 176

9.5 Supports recommandés

Support (12 mm ∅)	No. de cmde.
Support fixe	Veuillez contacter votre agence METTLER TOLEDO.
InFit 761 CIP	
Support rétractable	
InTrac 777e	
InTrac 797e	
Support à immersion	
InDip 550	

Indication : Les supports étant disponible dans différentes finitions, veuillez prendre contact avec votre organisation de vente METTLER TOLEDO pour vous assurez que les numéros de commande correspondent bien avec la finition désirée.

10 Théorie de la sonde polarographique

10.1 Introduction

Deux types d'électrodes sont employés dans le cadre du travail d'analyse : les électrodes **potentiométriques** et **ampérométriques.**

– Les électrodes potentiométriques développent une tension générée par l'activité d'un ion particulier. Exemples : les électrodes de verre (telles que les électrodes de mesure du pH) et la plupart des électrodes sélectives pour ions.
Leurs potentiels individuels ne peuvent pas être déterminés. La quantité mesurable est la différence de potentiel entre l'électrode de mesure et une électrode de référence inerte. Le potentiel de la sonde de référence doit être constant.
Toutes les électrodes potentiométriques sont soumises à la loi de Nernst. C'est pour cette raison que, dans la plupart des cas, les électrodes et instruments de mesure ne sont pas interchangeables. La détermination de la tension d'électrode sans courant constitue l'une des exigences en matière de mesures potentiométriques. Pendant la mesure, aucune réaction chimique ne se produit et la solution reste en équilibre.

– Dans le cas **d'électrodes ampérométriques,** telles que **les sondes à oxygène,** la mesure de l'activité est basée sur la mesure du courant. **La sonde à oxygène traditionnelle se compose d'une cathode et d'une anode connectées de manière conductive par un électrolyte.** Une tension de polarisation adaptée entre l'anode et la cathode réduit de manière sélective l'oxygène au niveau de la cathode.

Réaction cathodique :
$O_2 + 2\ H_2O + 4e^- \rightarrow 4\ OH^-$

Réaction anodique :
$4\ Ag + 4\ Cl^- \rightarrow 4\ AgCl + 4e^-$

Le système de mesure de la sonde InPro 6950 a été étendu avec une électrode de référence et un anneau de garde. Cette modification apportée à la conception permet de mesurer avec justesse la concentration en oxygène, mêmes dans des traces. Contrairement aux sondes traditionnelles, la réaction électrochimique au niveau de l'anode s'en trouve également modifiée.

Réaction InPro 6950 au niveau de l'anode :
$4\ OH \rightarrow O_2 + 2\ H_2O + 4e^-$

Ces réactions chimiques génèrent un courant électrique qui est proportionnel à la pression partielle

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

d'oxygène (pO_2). La sonde à oxygène consomme l'oxygène qui est continuellement extrait de la solution. La viscosité et le taux d'écoulement de la solution constituent dès lors deux paramètres importants.
Le courant d'électrode d'une sonde à oxygène est non seulement déterminé par la pression partielle d'oxygène mais également par de nombreux autres paramètres relatifs aux électrodes. Les courants d'électrode de différents types de sondes peuvent varier de plusieurs puissances de dix. C'est pour cette raison que les électrodes à oxygène et les amplificateurs ne peuvent pas être interchangés.

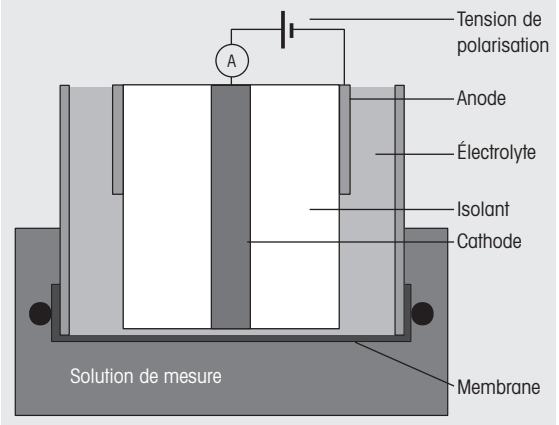
10.2 Principe de conception d'une sonde à oxygène

Il existe deux principaux types d'électrodes à oxygène :

- Les électrodes **sans** membrane
- Les électrodes **avec** membrane perméable au gaz (Principe de Clark)

Selon Clark, l'électrode à membrane constitue le type d'électrode le plus utilisé actuellement. En comparaison avec les électrodes sans membrane, ce type d'électrode présente les avantages suivants :

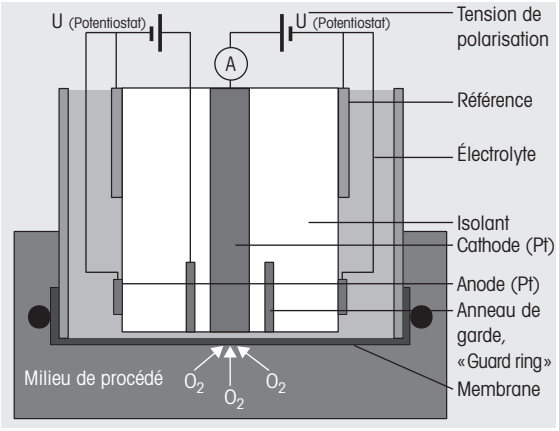
- Mesure de l'oxygène dans des gaz et solutions
- Pas de contamination mutuelle de la sonde et de la solution
- Peu ou pas de dépendance relative à l'écoulement



Dans le cas de l'électrode de Clark, la configuration géométrique est très importante. L'épaisseur du film d'électrolyte situé entre la cathode et la membrane doit satisfaire des tolérances très strictes, de manière à garantir une bonne linéarité et un courant de zéro faible (courant dans une atmosphère d'azote).
L'image ci-dessus représente une électrode à oxygène de type Clark.

Principe de conception des sondes InPro 6950

Le principe de la sonde InPro 6950 repose sur celui de l'électrode de Clark. Cette sonde est dotée en plus d'un anneau cathodique (anneau de garde) et d'une électrode de référence.
L'anneau de garde est soumis à une tension de polarisation distincte et consomme ainsi l'oxygène, qui se propage de l'électrolyte à la cathode de mesure. L'électrode de référence sert de base au réglage de la tension de polarisation requise entre la cathode et l'anode, et assure ainsi des conditions stables à l'intérieur de la sonde lors de la mesure. Le système de mesure garantit alors une stabilité de signal exceptionnelle jusque dans des traces d'oxygène.



10.3 Paramètres déterminant le courant

La quantité d'oxygène diffusée et l'intensité du courant d'électrode sont influencés par les paramètres suivants :

- La pression partielle d'oxygène de la solution
- L'épaisseur et le matériau constituant la membrane
- La taille de la cathode
- La tension de polarisation
- La température
- Les conditions d'écoulement de la solution

La loi de Fick établit la relation mathématique entre ces paramètres :

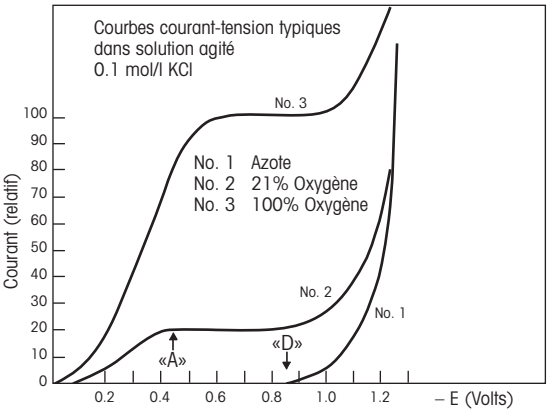
$$\mathbf{I = k \times D \times a \times A \times \frac{pO_2}{X}}$$

I = Courant d'électrode
k = Constante
D = Coefficient de diffusion d'O_2 dans la membrane
a = Solubilité de O_2 dans le matériau de la membrane
A = Surface de la cathode
pO_2 = Pression partielle d'oxygène de la solution
X = Épaisseur de la membrane perméable au gaz

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

10.4 La tension de polarisation

La tension entre l'anode et la cathode est sélectionnée de telle sorte que l'oxygène soit totalement (> A, voir polarogramme) réduit tandis que les autres gaz ne sont pas affectés (< D). La tension idéale pour le système Pt/Ag/AgCl ou Pt/Pt/Ag/AgCl se situe entre –500 et –750 mV.



La tension de polarisation doit rester aussi constante que possible. Outre une source de tension constante, les conditions suivantes doivent également être remplies : La résistance électrique du film d'électrolyte ne doit pas dépasser une certaine valeur afin d'éviter une chute de tension.

L'anode doit présenter une grande surface de manière à éviter la polarisation de l'anode par le courant d'électrode.

10.5 La température

La dépendance à la température d'un courant traversant une électrode à oxygène, avec une pression partielle d'O_2 constante, est principalement déterminée par les propriétés de la membrane perméable au gaz.

10.6 Dépendance relative à l'écoulement

Avec la plupart des électrodes à oxygène, le courant d'électrode est plus bas dans les solutions stagnantes que dans les solutions agitées. La consommation d'oxygène de la sonde occasionne l'extraction de l'oxygène contenu dans la solution à proximité de la cathode, à l'extérieur de la membrane. L'oxygène est remplacé par diffusion. Si le courant d'électrode est fort, la solution n'est pas capable de régénérer totalement l'oxygène par diffusion. De ce fait, le courant d'électrode est plus faible que le courant qui devrait correspondre aux conditions dans la solution. Dans les solutions agitées, l'oxygène est transporté vers la surface de la membrane par diffusion mais également par le flux (convection). Dans ce cas, il ne se produit aucun appauvrissement en oxygène à la surface de la membrane.

© 05 / 15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

Un niveau élevé de dépendance à l'écoulement intervient généralement lors de l'utilisation de grandes cathodes et de membranes fines et très perméables, c'est-à-dire lorsque le courant d'électrode est plus grand.

Le problème de la dépendance à l'écoulement est souvent résolu en prescrivant un taux d'écoulement minimum.

Dans les sondes InPro 6950 de METTLER TOLEDO, la fine membrane en PTFE qui détermine le courant d'électrode (c-à-d. le véritable signal de mesure) est séparée de la solution à analyser par une membrane en silicone relativement épaisse. Cette dernière est hautement perméable aux molécules d'oxygène et agit donc comme un réservoir à oxygène. La diffusion de l'oxygène hors de la solution à analyser dans la membrane en silicone se fait sur une grande surface. Etant donné que ce processus a pour effet de réduire la quantité d'oxygène extraite de la solution à analyser par unité de surface, la double membrane en PTFE/silicone forme un tampon efficace contre les perturbations dues à l'écoulement hydrodynamique.

Cette membrane, associée à la « guard ring » et à l'électrolyte spécial, garantit une excellente stabilité de signal, même en cas de chute du flux hydrodynamique (par exemple, sur une ligne de soutirage de bière).

10.7 Pression partielle d'oxygène – concentration en oxygène

Le courant d'électrode dépend de la pression partielle de l'oxygène et de la perméabilité à l'oxygène de la membrane. La conversion de la pression partielle en concentration en oxygène dépend du milieu de mesure (liquides ou gaz).

Mesure dans des liquides
En cas de mesure dans des liquides, la concentration en oxygène dépend en plus de la solubilité de l'oxygène dans le milieu de mesure. Comme ce point n'est pas détecté par le courant de la sonde, la concentration en oxygène doit être calculée au niveau du transmetteur. De plus, la loi de Henry est appliquée, c'est-à-dire que la concentration en oxygène est proportionnelle à la pression partielle de l'oxygène (pO_2).

$$\mathbf{Cl = pO_2 \times a}$$

a = Facteur de solubilité

Si « a » est une constante, la concentration en oxygène peut être déterminée au moyen d'une électrode. Ce principe s'applique à une température constante et dans le cas de solutions aqueuses diluées telles que l'eau potable.

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

Le facteur de solubilité est fortement influencé par la température mais également par la composition de la solution :

Milieu, saturé avec air	**Solubilité à 20°C (68°F) et 760 mm Hg**
Eau	9,2 mg O_2/l
4 mol/l KCl	2 mg O_2/l
50 % Méthanol-eau	21,9 mg O_2/l

Bien que leurs solubilités soient totalement différentes, la sonde à oxygène donne le même résultat dans les 3 solutions.

Ainsi donc, la détermination de la concentration en oxygène n'est possible qu'avec des facteurs de solubilité « a » connus et constants.

La solubilité peut être déterminée par un titrage Winkler ou suivant la méthode décrite par Käppeli et Fiechter.

Mesures dans des gaz
La concentration en oxygène lors de mesure dans des gaz est toujours indiquée en part de volume de la constitution des gaz. Les unités courantes sont les suivantes : % (vol.) et ppm (vol.).

La conversion d'une unité à une autre est simple.

Exemple :
En règle générale, les pourcentages volumétriques sont utilisés pour la composition de l'air. Ainsi, l'air comporte par exemple 20,95 % d'oxygène, ce qui correspond à 209'500 ppm (vol.).
(Conversion : valeur ppm = 10'000 × valeur en %)

Références

- W.M. Krebs, I.A. Haddad Develp. Ind. Microbio., 13, 113 (1972)
- H. Bühler, W. Ingold GIT 20, 977 (1976)
- W.M. Krebs, MBAA Techn. Quart. 16, 176 (1975)
- D.P. Lucero, Ana. Chem. 40, 707 (1968)

Notes

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

© 05/15 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland

BR **Mettler-Toledo Ind. e Com. Ltda.,**
Avenida Tamboré, 418, Tamboré, BR-06460-000 Barueri/SP
Phone +55 11 4166 7400, Fax +55 11 4166 7401
e-mail: mettler@mettler.com.br, service@mettler.com.br

CH **Mettler-Toledo (Schweiz) GmbH,** Im Langacher, CH-8606 Greifensee, Switzerland
Phone +41 44 944 45 45, Fax +41 44 944 45 10, e-mail: salesola.ch@mt.com

D **Mettler-Toledo GmbH,** Prozeßanalytik, Ockerweg 3, D-35396 Gießen, Germany
Phone +49 641 507 444, Fax +49 641 507 397, e-mail: prozess@mt.com

F **Mettler-Toledo Analyse Industrielle S.A.S.,** 30, Boulevard de Douaumont, F-75017 Paris
Phone +33 1 47 37 06 00, Fax +33 1 47 37 46 26, e-mail: mtpro-f@mt.com

USA **METTLER TOLEDO Process Analytics**
900 Middlesex Turnpike, Bld. 8, Billerica, MA 01821, USA
Phone +1 781 301-8800, Freephone +1 800 352 8763, Fax +1 781 271 0681,
e-mail: mtprous@mt.com

Mettler-Toledo AG, Process Analytics, Im Hackacker 15, CH-8902 Urdorf, Switzerland
Phone +41 44 729 62 11, Fax +41 44 729 66 36.
Subject to technical changes. © Mettler-Toledo AG, Process Analytics
05/15 Printed in Switzerland. 52 206 137

www.mt.com/pro